



**Maria Emília Coelho  
de Almeida Batista**

**Aprendizagem de Física e Química Baseada na  
Resolução de Problemas**



**Maria Emília Coelho  
de Almeida Batista**

**Aprendizagem de Física e Química Baseada na  
Resolução de Problemas:  
-um estudo com alunos do 11º ano de escolaridade**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Curricular, realizada sob a orientação científica do Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia, Professor Auxiliar do Departamento de Física, e do Doutor Luís Manuel Ferreira Marques, Professor Associado com Agregação, do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, da Universidade de Aveiro.

À minha Família, e  
em particular aos meus pais.

## **o júri**

presidente

Doutora Ana Carlota Teixeira de Vasconcelos Lloyd Braga Fernandes Thomaz  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

vogais

Doutor António José Dos Santos Neto  
Professor Associado com Agregação da Escola de Ciências Sociais da Universidade de Évora

Doutor Luís Manuel Ferreira Marques  
Professor Associado com Agregação da Universidade de Aveiro

Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia  
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro



## **agradecimentos**

Ao terminar o meu estudo, ao longo dum processo moroso, sinto-me na obrigação de registar aqui os incentivos, apoios e colaboração de pessoas, que sem elas, seria difícil torná-lo realidade:

Aos Professores Doutores Mário Talaia e Luís Ferreira Marques, pela orientação e disponibilidade constantes;

Ao Professor Doutor António Neto, pela sua disponibilidade, bem como, ânimo e estímulo transmitido, o que facilitou a minha tarefa e a consecução deste trabalho;

À Etelvina Soares, Fernanda Trigo, Vanda Nereu e Lucinda Leal pela sua colaboração;

Aos meus alunos, que colaboraram directamente no estudo, provavelmente terão sofrido de vez em quando com alguma da minha ansiedade;

Aos meus amigos, Alice Saúde, Teresa Amaral e Paulo Pacheco que directa ou indirectamente colaboraram comigo, com as suas palavras de estímulo, ânimo e coragem que por vezes falhavam.

## palavras-chave

Ensino e Aprendizagem, Resolução de Problemas, Contextos e Competências

## resumo

No Ensino Secundário pretende-se que os alunos desenvolvam uma literacia científica que contribua para os tornar cidadãos informados, activos e capazes de não só discutir mas também encontrar as soluções para os problemas com que se deparam no mundo em que vivem.

Ora, a proposta de abordagem curricular centrada na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas consiste na aprendizagem de novos conhecimentos a partir da confrontação dos alunos com contextos problemáticos. Assim, os objectivos deste estudo consistiram em conceptualizar, organizar, implementar e avaliar materiais curriculares numa perspectiva de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, inserida nas unidades temáticas “Movimentos na Terra e no Espaço” (componente de Física) e “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra” (componente de Química) e em diagnosticar dificuldades sentidas quer pelos alunos quer pela professora na sua implementação.

Esta abordagem foi aplicada numa turma do 11º ano de escolaridade do Curso de Ciências e Tecnologias, em duas fases. A primeira, aplicada à componente de Física, visava essencialmente avaliar os documentos quanto à sua conceptualização, aplicabilidade, relevância de informação e estratégia de ensino e aprendizagem aplicada. Na segunda fase, aplicada à componente de Química, todo o processo foi repetido, permitindo assim o exercício de um cruzamento confirmatório e ou infirmatório.

Os dados de natureza distinta, foram recolhidos de formas diversas: numa primeira fase, através de um teste de conhecimentos e um teste de aferição de desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas, usados num contexto de pré-teste e pós-teste; de um questionário de opinião sobre a eficácia e adesão da abordagem de ensino e aprendizagem implementada. Numa segunda, através de um teste de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas e de uma entrevista, “Focus Group”. A técnica de observação foi também utilizada, baseando-se em notas de campo e relatórios de dificuldades sentidas quer pelos alunos, quer pela professora.

Da análise dos resultados, poder-se-á concluir que os alunos evoluíram de uma forma muito positiva, na aprendizagem conceptual de Física e Química e mostraram ter desenvolvido competências na resolução de situações problemáticas.

Não obstante as limitações inerentes ao estudo aqui apresentado como por exemplo a dimensão da amostra e os instrumentos utilizados, os resultados obtidos parecem apontar no sentido da vantagem do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas sobre o ensino do tipo usualmente praticado nas nossas escolas. Assim, sugere-se a realização de mais estudos centrados na aprendizagem destes e outros temas utilizando esta metodologia, pois permite que os alunos dos diferentes níveis de ensino desenvolvam capacidades de resolver problemas sócio-científicos.

**keywords**

Teaching and Learning, Problem-solving, Contexts, Competences.

**abstract**

In High School it is expected that students acquire and develop a scientific literacy which can make them knowledgeable and active citizens, capable of not only discussing but also contributing to finding solutions to problems they are faced with in the world they live in.

Therefore, Learning Based on Problem-solving consists in acquiring more knowledge by solving problems that come up when the student is faced with a problematic issue. Consequently, the objectives of this study were based upon the conception, organization, implementation and evaluation of teaching materials in a perspective of teaching towards learning based on problem-solving, within such themes as “Movements in Space and on Earth” (a Physics component) and “From the Environment to the Ocean: Solutions on Earth for our Earth”, (a Chemistry component) and on the diagnosis of the difficulties faced by both students and teachers in implementing the aforementioned.

This type of teaching and learning was carried out in two phases in an 11<sup>th</sup> grade class from the Science and Technology course. The first phase, implemented in the subject of Physics, was essentially directed to evaluating the documents as to their applicability, legibility, relevance in terms of the applied teaching and learning information and strategy. During the second phase, implemented in Chemistry, the whole process was equally repeated, thus allowing for a crosscheck exercise, so as to confirm and or inform.

Data was collected under several forms: during the first phase, through two tests, one assessing knowledge and the other evaluating the students' performance in solving problematic situations, both used before and after the implementation of the new strategy. The students also answered an opinion questionnaire on the efficiency and acceptance of this teaching and learning method. During the second phase, data collection was done through a test on the ability of students in solving problematic issues and a group interview called “Focus Group”. Data was also collected based on observation and note-taking in the field and on the reports regarding the difficulties felt both by students and the teacher.

Upon analyzing the results, we may conclude that the students evolved in a very positive way in the conceptual learning of Physics and revealed having developed competence in solving problematic issues.

Despite the limitations inherent in the study presented herein, the results which were obtained seem to point to an advantage in teaching focused on Learning Based upon Problem-solving, compared to the traditional teaching method in practice in our schools. Thus, we suggest that more studies should be done regarding this teaching method and others, and the capacity of students, within different school levels, in solving social-scientific issues.

# *Índice*

Agradecimentos	v
Resumo	vi
Abstract	vii
Índice	ix
Lista de Figuras	xi
Lista Tabelas	xiii

## ***Capítulo 1 – Contextualização e apresentação do estudo***

1	Estrutura geral da dissertação	3
1.1	Introdução	4
1.2	Contextualização do estudo	4
1.2.1	A Educação para a Cidadania e a Educação em Ciência	4
1.2.2	O Ensino das Ciências no Desenvolvimento de Competências	8
1.2.3	A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas	12
1.3	Apresentação do Problema e Objectivos do Estudo	13
1.3.1	Questão de investigação	14
1.3.2	Objectivos do estudo	14
1.4	Importância do estudo	14

## ***Capítulo 2 – Revisão de Literatura***

2.1	Introdução	19
2.2	Aprendizagem Baseada na Resolução de Problema no ensino da Física e da Química	19
2.2.1	A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e o desenvolvimento dos alunos enquanto membros da sociedade	19
2.2.2	Contribuição da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no desenvolvimento dos alunos	21
2.2.3	Princípios organizativos do currículo orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas	24
2.2.4	Estratégias e materiais curriculares	27
2.2.5	Modelos de ensino	30
2.2.6	Dificuldades na implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problema	35
2.2.7	Importância dos contextos na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas	39
2.3	O ensino e a aprendizagem de conceitos de Física na unidade temática “Da Terra à Lua” e de Química na unidade temática “Da atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra	41
2.3.1	Dificuldades	41
2.3.2	Sugestões para o ensino de conceitos no âmbito “Da Terra à Lua” e “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”	49

### **Capítulo 3 – Metodologia**

3.1	Introdução	55
3.2	Descrição do estudo	55
3.3	Abordagem de ensino e aprendizagem aplicada à turma	57
3.3.1	Caracterização geral	57
3.3.2	Actividades conducentes à preparação da abordagem de ensino e aprendizagem proposta	59
3.3.3	Descrição das estratégias de ensino e aprendizagem aplicadas à turma	61
3.4	População e amostra	66
3.5	Seleção e justificação das técnicas de investigação	67
3.6	Instrumentos de recolha de dados: elaboração e validação	68
3.6.1	Teste de conhecimentos de Física – 1ª fase do estudo	69
3.6.2	Teste de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas – 1ª fase do estudo	71
3.6.3	Questionário de opinião – 1ª fase do estudo	73
3.6.4	Notas de campo/Diário de aula – 1ª e 2ª fase do estudo	78
3.6.5	Teste de conhecimentos de Química – 2ª fase do estudo	78
3.6.6	Teste de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas – 2ª fase do estudo	82
3.6.7	Entrevista de grupo – <i>Focus Group</i> – 2ª fase do estudo	82
3.7	Recolha de dados	85
3.8	Tratamento e análise de dados	88
3.8.1	Teste de conhecimentos de Física e de Química 1ª e 2ª fases do estudo	89
3.8.2	Teste de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas – 1ª e 2ª fases do estudo	91
3.8.3	Questionário de opinião – 1ª fase do estudo	92
3.8.4	Notas de campo/diários de aula – 1ª e 2ª fases do estudo	93
3.8.5	Entrevista de grupo – <i>Focus Group</i> – 2ª fase do estudo	94

### **Capítulo 4 - Apresentação e Análise dos Dados**

4.1	Introdução	97
4.2	Análise da evolução conceptual dos alunos na temática “Movimentos na Terra e no Espaço”	98
4.3	Análise dos resultados obtidos no teste de resolução situações problemáticas – 1ª fase do estudo	124
4.4	Apresentação e análise dos resultados obtidos através do questionário de opinião	136
4.5	Análise comparativa das respostas dos alunos da 1ª para a 2ª fase deste estudo na resolução de situações problemáticas	150
4.6	Apresentação e análise dos resultados obtidos na entrevista de grupo – <i>Focus Group</i>	158
4.7	Principais dificuldades encontradas pelos alunos e pela Professora no decurso da implementação da abordagem de ensino em estudo	164

## ***Capítulo 5 - Conclusões e Implicações do Estudo***

5.1	Introdução	171
5.2.	Principais conclusões	171
5.3	Implicações do estudo	175
5.4	Limitações do estudo	179
5.5	Sugestões para futuras investigações	183

<b><i>Referências Bibliográficas</i></b>	189
--	-----

## ***Anexos***

Anexo I	Teste de conhecimentos de Física	201
Anexo II	Teste de aferição de Física	209
Anexo III	Contexto problemático de Física aplicado na aula	211
Anexo IV	Questionário de Opinião	213
Anexo V	Guião dos Diários de aula	221
Anexo VI	Pedido de validação dos documentos	223
Anexo VII	Teste de conhecimentos de Química	225
Anexo VIII	Contexto problemático de Química: “Água na Terra – abundante ou escassa?”	229
Anexo IX	Contexto problemático de Química: “Chuvas ácidas e o Ambiente”	231
Anexo X	Teste de aferição – Problema 1	233
Anexo XI	Guião da entrevista	235
Anexo XII	Alguns documentos aplicados nas aulas e trabalhos desenvolvidos pelos alunos	237

## ***Lista de Figuras***

### ***Teste de conhecimentos de Física - 1ª fase***

Figura 4.1	Questão 1: distribuição de respostas e certeza média	102
Figura 4.2	Questão 2: distribuição de respostas e certeza média	105
Figura 4.3	Questão 3: distribuição de respostas e certeza média	107
Figura 4.4	Questão 4: distribuição de respostas e certeza média	109
Figura 4.5	Questão 6: distribuição de respostas e certeza média	110
Figura 4.6	Questão 10: distribuição de respostas e certeza média	112
Figura 4.7	Questão 5: distribuição de respostas e certeza média	114
Figura 4.8	Questão 7: distribuição de respostas e certeza média	116
Figura 4.9	Questão 8: distribuição de respostas e certeza média	118
Figura 4.10	Questão 9: distribuição de respostas e certeza média	120
Figura 4.11	Questão 11: distribuição de respostas e certeza média	121
Figura 4.12	Percurso dos alunos do pré para o pós-teste	124

### ***Análise dos resultados obtidos no teste de resolução de situações problemáticas - 1ª fase***

Figura 4.13	Resultados obtidos na categoria C1	125
Figura 4.14	Resultados obtidos na categoria C2	127
Figura 4.15	Resultados obtidos na categoria C3	128
Figura 4.16	Resultados obtidos na categoria C4	129
Figura 4.17	Resultados obtidos na categoria C5	130
Figura 4.18	Resultados obtidos na categoria C6	131
Figura 4.19	Resultados obtidos na categoria C7	132
Figura 4.20	Resultados obtidos na categoria C8	134
Figura 4.21	Percurso dos alunos do pré para o pós-teste	135

### ***Apresentação e análise dos resultados obtidos através do questionário de opinião 1ª fase***

#### **Método de ensino e sua eficácia**

Figura 4.22	Questão 1: distribuição de respostas	137
Figura 4.23	Questão 2 e 3: distribuição de respostas	138
Figura 4.24	Questão 4: distribuição de respostas	140
Figura 4.25	Questão 5: distribuição de respostas	141

#### **Opinião sobre a estrutura organizativa das aulas**

Figura 4.26	Questão 6: distribuição de respostas	142
Figura 4.27	Questão 7: distribuição de respostas	143
Figura 4.28	Questão 8: distribuição de respostas	143
Figura 4.29	Questão 10: distribuição de respostas	144
Figura 4.30	Questão 9: distribuição de respostas	145

#### **Opinião sobre o trabalho de grupo**

Figura 4.31	Questão 11: distribuição de respostas	146
Figura 4.32	Questão 12: distribuição de respostas	146
Figura 4.33	Questão 13: distribuição de respostas	146
Figura 4.34	Questão 14: distribuição de respostas	147
Figura 4.35	Questão 15: distribuição de respostas	147

#### **Apreciação global das aulas**

Figura 4.36	Questão 16: distribuição de respostas	148
Figura 4.37	Questão 16: distribuição de respostas	149

### ***Análise comparativa das respostas dos alunos da 1ª fase para a 2ª fase deste estudo na resolução de situações problemáticas***

Figura 4.38	Resultados obtidos na categoria C1	150
Figura 4.39	Resultados obtidos na categoria C2	151
Figura 4.40	Resultados obtidos na categoria C3	152
Figura 4.41	Resultados obtidos na categoria C4	153
Figura 4.42	Resultados obtidos na categoria C5	154

Figura 4.43	Resultados obtidos na categoria C6	155
Figura 4.44	Resultados obtidos na categoria C7	155
Figura 4.45	Resultados obtidos na categoria C8	156
Figura 4.46	Percurso dos alunos da 1ª para a 2ª fase	157

#### ***Apresentação e análise dos resultados obtidos na entrevista de grupo – Focus Group***

Figura 4.47	Opinião dos alunos na categoria “ <i>Identificação das práticas pedagógicas</i> ”	159
Figura 4.48	Opinião dos alunos na categoria “ <i>Actividades realizadas nas aulas</i> ”	161

### ***Lista de Tabelas***

Tabela 2.1	Organização do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (West, 1992)	32
Tabela 3.1	Materiais recolhidos e actividades práticas desenvolvidas na 1ª fase do estudo	62
Tabela 3.2	Materiais recolhidos e actividades práticas desenvolvidas na 2ª fase do estudo	64
Tabela 3.3	Estratégia implementada na ABRP às unidades temáticas em estudo	65
Tabela 3.4	Técnicas de recolha de dados aplicadas no estudo	67
Tabela 3.5	Finalidades do teste de conhecimentos de Física - 1ª fase	69
Tabela 3.6	Objectivos contemplados no teste de conhecimentos de Física	71
Tabela 3.7	Finalidades do teste de aferição de desempenho – 1.ª fase do estudo	72
Tabela 3.8	Dimensões contempladas em cada Questão no questionário de opinião – 1ª fase	77
Tabela 3.9	Finalidades do teste de conhecimentos de Química - 2ª fase	79
Tabela 3.10	Objectivos contemplados no teste de conhecimentos de Química – 2ª fase	81
Tabela 3.11	Finalidades do teste de aferição de desempenho – 2ª fase	82
Tabela 3.12	Guião da entrevista – <i>Focus Group</i>	84
Tabela 3.13	Cronograma da aplicação dos instrumentos de recolha de dados	86
Tabela 4.1	Excertos do diálogo dos alunos na entrevista	160
Tabela 4.2	Excertos do diálogo dos alunos na entrevista	162



---

## **CAPÍTULO 1**

### *Contextualização e apresentação do estudo*

## ***1- Estrutura geral da dissertação***

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. No primeiro faz-se uma contextualização e apresentação da investigação efectuada. Para o efeito, refere-se a educação para a cidadania e a Educação em Ciência, foca-se o Ensino das Ciências e o desenvolvimento de competências e salienta-se a importância da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Depois, apresenta-se o problema, a questão de investigação e os objectivos do estudo. Por fim, refere-se a importância deste estudo.

A revisão bibliográfica (capítulo dois), desenvolve-se segundo as seguintes temáticas:

- a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e o desenvolvimento dos alunos ;
- os princípios organizativos do currículo numa abordagem desta natureza;
- as estratégias e os materiais curriculares;
- os modelos de um ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas;
- estudos efectuados no contexto dos conteúdos curriculares aqui apresentados.

No terceiro capítulo procede-se à caracterização da abordagem de ensino e aprendizagem implementada, descreve-se e apresenta-se a validação da estratégia de ensino e da aprendizagem, bem como à sua prossecução relativamente aos materiais de apoio utilizados na turma. Em seguida, efectua-se uma descrição da população e amostra, justifica-se a selecção das técnicas de recolha de dados e a respectiva caracterização dos instrumentos usados e tratamento dos dados.

O capítulo quatro é, por seu lado, dedicado à apresentação e análise de dados obtidos a partir dos diferentes instrumentos, que pretenderam avaliar os resultados da experiência realizada.

Referem-se os dados obtidos tanto no teste de conhecimentos (conteúdos de Física), como nos testes de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas abertas (1ª fase do estudo). Em seguida, discutem-se os resultados obtidos no questionário de opinião aplicado na 1ª fase. Depois, inferem-se conclusões a partir da dissecação dos resultados obtidos da aplicação de um novo teste de aferição do desempenho dos alunos incidente na resolução de situações problemáticas abertas aplicado à componente de Química (2ª fase), concluindo da sua evolução ou regressão. Finalmente faz-se uma breve análise dos resultados da entrevista realizada na 2ª fase. A rematar o capítulo, efectua-se uma síntese das principais dificuldades encontradas quer pelos alunos

quer pela professora investigadora-autora, no decurso do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

Finalmente, no capítulo cinco, são retiradas as principais conclusões do estudo, explicitadas as implicações e as limitações do mesmo e são feitas recomendações para estudos posteriores.

Termina-se com a apresentação da bibliografia e, confrontando-se a dissertação com os anexos.

## ***1.1- Introdução***

Este primeiro capítulo é constituído por duas secções, na primeira consta a contextualização do estudo, e na segunda a apresentação do mesmo. Na primeira começa-se por referir a importância da educação para a cidadania, com vista à aquisição de uma literacia científica (1.2.1); salienta-se a importância do Ensino das Ciências no desenvolvimento de competências (1.2.2); depois, procede-se à caracterização sumária do ensino e da aprendizagem orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (1.2.3).

Na segunda, faz-se a apresentação do problema e identificam-se os objectivos do estudo (1.3) e, de seguida, discute-se a sua importância (1.4) em termos da contribuição que poderá vir a dar para uma nova visão do ensino e da aprendizagem de Física e de Química.

## ***1.2- Contextualização do estudo***

### **1.2.1 - A Educação para a Cidadania e a Educação em Ciência**

A importância que, as ciências e a tecnologia têm nos dias de hoje, aliada aos seus acelerados ritmos de desenvolvimento, exige “*indivíduos com educação abrangente em diversas áreas, que demonstrem flexibilidade, capacidade de comunicação e uma capacidade de aprender ao longo da vida*” (DEB, 2001a, p.129). O país necessita de contar com uma população com conhecimentos, capacidade de compreensão e competências suficientes quer para uma participação activa em tomadas de decisão sobre temáticas científicas e tecnológicas quer para uma rentabilização das Ciências e das

tecnologias nas suas vidas pessoais e profissionais. Acresce ainda, segundo Santos (1994), a necessidade da formação para a cidadania que proporcione ao cidadão comum conhecimentos e oportunidades que o capacitem para lidar, efectiva e funcionalmente, com problemas, noções e objectos científicos e tecnológicos, com que se depara no decorrer do dia-a-dia, em situações diversas, não só materiais mas também afectivas, sociais, culturais e éticas. As questões assumem um papel importante na procura constante de conhecimento (Taboada, 2003), uma vez que exigem ponderação, procura e resposta para resolver um problema (Pedrosa de Jesus *et al.*, 2004). Compete à escola ajudar os alunos a adquirir a capacidade de seleccionar o conhecimento essencial e de o aplicar a novas situações. Por seu lado, a necessidade de educar para a cidadania adiciona-se à importância de educar com vista à aquisição de uma literacia científica.

Com efeito, o conhecimento da importância das questões científicas no nosso quotidiano obriga à existência de uma população detentora de conhecimento científico suficiente para compreender e seguir de forma esclarecida os debates em torno dessas questões. Só possuindo um nível suficiente de conhecimentos científicos e uma compreensão adequada do que são as Ciências (Díaz, 2002 e Membiela, 2002), a população será capaz de participar, activa e responsavelmente, em questões actuais que se colocam à sociedade e de participar e tirar partido da evolução científica (DEB, 2001a; DES, 2001 e Díaz, 2002). Curiosamente “*a ciência escolar é uma entidade incrivelmente complexa, dada a forma como está relacionada com a cultura da ciência do país, da comunidade, da escola, da profissão docente e muitas outras subculturas*” (Aikenhead, 2009, p.17)

Ora, esse conhecimento científico não é susceptível de ser adquirido acidentalmente, isto é, simplesmente pelo facto de se viver em sociedade. Por outro lado, diversos estudos que têm como finalidade avaliar os sistemas educativos relativamente ao desempenho dos alunos, como, por exemplo, os programas PISA<sup>1</sup> promovido pela OCDE, deixaram claro que existe uma preocupação latente com a falta de interesse, e mesmo desmotivação, para o estudo das Ciências e pelo consequente insucesso escolar nesta área<sup>2</sup>.

Particularizando para o caso de Portugal, vários indicadores sugerem que o Ensino das Ciências atravessa um momento delicado, porque:

---

<sup>1</sup> *Programme for International Student Assessment*

<sup>2</sup> cfs. PISA (2000)

- os resultados obtidos nos exames nacionais das disciplinas científicas de Física e Química A e Matemática são, em média, bastante fracos<sup>3</sup>;
- os níveis de literacia matemática e científica dos alunos portugueses são também baixos<sup>4</sup> e vários estudos revelam a existência de concepções alternativas nos alunos e/ou professores.

Pelo acima exposto, parece-nos que é necessário e de extrema importância fomentar e difundir a alfabetização científica em todas as culturas e em todos os sectores da sociedade, a fim de melhorar a participação dos cidadãos na sociedade e nas tomadas de decisão relativas à aplicação de novos conhecimentos. Aos alunos deve, deste modo, ser proporcionada uma Educação em Ciência, que se justifica na opinião de Milner (1986) e corroborada por Leite e Afonso (2001), Leite e Esteves (2005), Martins *et al.* (2005), Osborne e Dillon (2008), por permitir aos alunos uma aprendizagem contextualizada. Neste ponto, os autores salientam a aprendizagem de conhecimentos no contexto da resolução prática dos problemas do dia-a-dia, das tarefas quotidianas, das questões científicas e das preocupações públicas relacionadas com o desenvolvimento e impacto da Ciência e da Tecnologia na Sociedade. É desejável trazer para a escola as vivências do movimento CTS-A (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) de modo a compreender o mundo que nos rodeia, promover nos alunos atitudes positivas face à Ciência. Os autores enfocam ainda o facto de a Educação em Ciência criar nos alunos atitudes positivas face à Ciência, tornando-os capazes de valorizar os benefícios práticos proporcionados pela compreensão do conhecimento científico bem como compreender as limitações da Ciência; por contribuir para as discussões públicas de questões de carácter científico com interesse para a sociedade em geral; e finalmente, por propiciar aos alunos habilidades processuais.

Uma vez que grande parte do conhecimento científico actual é estabelecido através do uso de distintos modos de pensamento, da realização de diferentes actividades práticas, de descobertas e comunicação de variadas ideias, é, segundo os autores, cada vez mais importante desenvolver nos alunos capacidades de pensamento, habilidades práticas e capacidades de comunicação.

Também na opinião de Cruz e Valente (1993), Dam e Volman (2004) e Leite e Esteves (2005) o ritmo sem precedentes da inovação científica e tecnológica, desde os

---

<sup>3</sup> cfs. Ministério da Educação (2007)

<sup>4</sup> cfs. Pisa (2003)

meados do século XX, tem colocado sérias exigências ao Ensino das Ciências, uma vez que a qualidade deste ensino, desde os primeiros anos do 1º ciclo do E.B. (Ensino Básico), afecta o modo como os cidadãos compreendem o seu mundo cada vez mais complexo e o modo como vivem a mudança. Por essa razão, o processo de ensino e aprendizagem da Física e da Química, tanto no Ensino Básico, como no Ensino Secundário, não pode apenas ter como horizonte a preparação para estudos superiores mas, também dar lugar a um ensino menos académico e de maiores preocupações no que respeita à relação entre os conhecimentos científicos e a vida quotidiana e, até, entre aqueles e os aspectos tecnológicos que mais directamente se lhe podem associar (DEB, 2001a, DEB, 2001b e DES, 2001).

Nas sociedades modernas, é cada vez mais central e crucial para uma acção efectiva e concertada a capacidade de reflectir de modo crítico. De acordo com Bond (1985) é importante uma abordagem de ensino orientada para o inquirir, ou seja capaz de desenvolver nos alunos essa destreza vital. Na verdade, é papel da escola assegurar que todos os alunos possam ser capazes de usar os conhecimentos científicos e as capacidades de pensamento na tomada de decisões relacionadas com o dia-a-dia pessoal e social e que compreendam as implicações que a Ciência e a Tecnologia têm na Sociedade e a influência que esta exerce sobre as primeiras (Cachapuz, *et al.*, 2002). Para que tal aconteça, os alunos devem ser envolvidos em “situações de aprendizagem centradas na resolução de problemas” que promovam o “pensamento de forma criativa e crítica” (DES, 2004, p.133). Deste modo, uma das formas que actualmente tem vindo a ter sucesso no ensino é a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (A.B.R.P.). Aqui o aluno, perante um problema ou um contexto problemático que lhe suscita curiosidade, irá formular questões e/ou novos problemas para ao quais ele próprio, por processo investigativo, terá de procurar soluções (Barell, 2007).

Por outro lado, são necessários grandes investimentos ao nível social e cultural para que os cidadãos possam alcançar níveis mínimos aceitáveis de cultura científica. Ora a escola é apenas uma das instâncias envolvidas no processo, porém a mais determinante na organização das aprendizagens em Ciências, pelo que o ensino formal deve orientar-se por princípios de literacia em Ciências, sobretudo ao nível da escolaridade obrigatória, e deve ser suficientemente aliciante para interessar os jovens pela continuação das suas

aprendizagens (Martins *et al.*, 2005). Desenvolver neles competências de questionamento é uma forma de aumentar tal interesse.

### **1.2.2 - O Ensino das Ciências no Desenvolvimento de Competências**

O conceito de competências, presente no currículo escolar actual do Ensino Básico, emerge do sector empresarial e do seu sucesso neste contexto, para combater o que se considerava ser o insucesso da escola: que a escola ensinava muito pouco aos futuros cidadãos. De acordo com Barreira e Moreira (2004), é nos anos noventa do século XX que o conceito de competência é referenciado nos sistemas escolares de vários países.

A questão que tem preocupado, e continua a preocupar, diversos agentes (políticos, educadores, pais, professores) é o que acontece aos saberes adquiridos pelos alunos em tantos anos de escola, se, quando a deixam e chegam, por exemplo, ao mercado de trabalho, são tão pouco capazes de responder às questões que são confrontados.

Além disso, é vulgar ouvir dizer que os recém-diplomados, qualquer que seja o seu grau, sabem muita teoria, mas são pouco capazes de fazer o que lhes é pedido na prática. Isto vem, mais uma vez, reiterar a opinião de tantos especialistas (Pacheco, 1996; Perrenoud, 1999; Galvão, 2002 e Roldão, 2003), de que ter muitos conhecimentos não equivale a ser-se competente. Nós partilhamos da ideia: o conhecimento no geral não é suficiente, é necessário ter conhecimento exacto e este vector inclui vivenciar os fenómenos estudados. No entanto, ninguém é competente em nenhuma área se não detiver os conhecimentos necessários à mobilização exigida sempre que a acção surgir como inevitável. Assim, ser capaz de usar os conhecimentos, como refere Roldão (2003), não é inventar conhecimentos, uma vez que, se eles não existem, não se podem fabricar, mas se existem e não são mobilizados de forma correcta e conveniente, não são úteis. É à luz deste raciocínio que parece ser hoje relativamente consensual que a mudança para um currículo centrado no desenvolvimento de competências, nos e com os alunos, poderá vir a dar uma resposta mais positiva no papel da preparação de cidadãos para a sociedade actual. A noção de competência tornou-se, assim, palavra de ordem do discurso educativo: primazia das competências sobre os conhecimentos assume relevância fundamental nas decisões curriculares, na senda de Perrenoud (1999, p.10) ao referir que os currículos voltados para o desenvolvimento de competências devem promover uma limitação “*drástica da*

*quantidade de conhecimentos ensinados e exigidos”, dando prioridade a conteúdos que possam ser exercitados, no âmbito escolar, pela mobilização em situações complexas. De acordo com Galvão (2002) “ um currículo por competências não vira as costas aos saberes, antes os mobiliza” e ainda, de acordo com Wandersee, et al. (1994, p.180) “às escolas não é exigido que transmitam mais e mais conhecimentos, mas que se centrem no que é essencial para a literacia científica e se preocupem em ensiná-lo de modo mais efectivo”.*

Deve ainda referir-se que, da leitura e análise do documento “Currículo Nacional do Ensino Básico – Competência essenciais” (DEB, 2001a), se depreende, de forma clara e inequívoca, a apologia do desenvolvimento de “competências” e a ideia de que os conhecimentos passam a ser definidos em termos da identificação com a acção que deve ser realizada pelo aluno. Desse modo, a exigência de que os alunos saibam fazer vem substituir a exigência de que eles saibam, passando de uma lógica do saber àquela do saber-fazer, modificando a forma de pensar os conhecimentos, relacionando-os com a capacidade efectiva de desempenhos.

Nesta perspectiva, os conteúdos escolares, desvinculados das práticas sociais, são considerados como “sem sentido” e os currículos não devem mais definir os conhecimentos a ser ensinados, mas, sim, as competências, de acordo com Roldão (2003, p.17) devem ser construídas na base: *“ensinar, ou seja, fazer com que alguém aprenda – tem sido muito largamente preterido em favor de “dar matérias” [...] deixando esquecido [...] o verdadeiro trabalho que cabe à escola – garantir que se aprenda aquilo de que se vai precisar [...],”*.

Estamos, pois, perante um currículo voltado para o desenvolvimento de competências, onde o que importa não é a transmissão do conhecimento acumulado, mas, sim, a capacidade de recorrer ao que se sabe para realizar o que se deseja, o que se projecta. Os princípios da reorganização curricular, prevista pelo Decreto-Lei 6/2001, estão redigidos contudo, noutro sentido, como observa Neto (2007, p.41): *“Há que pensar nos pressupostos implícitos ou tacitamente assumidos neste tipo de proposta, nomeadamente em que medida ela traz realmente algo de novo, por comparação com a filosofia curricular que esta mudança pretendeu suplantear. E nisso o texto é totalmente omissivo, o que não favorece a sua apropriação pelos destinatários, por lhe faltarem elementos de descodificação da mensagem, em particular pelos que sempre hão-de ser os mediadores*



*de qualquer mudança educativa, isto é, os professores. Estes só podem ficar confusos quando, por um lado, ouvem dizer que “a pedagogia das competências” vem “substituir” a desacreditada “pedagogia por objectivos” e, por outro lado, e sem que lhes seja devidamente explicado como e porquê, que “competências” e “objectivos”, em vez de tomados como antagónicos, devem ser antes vistos como complementares”.*

As propostas curriculares voltadas para a construção de competências precisam ser compreendidas e até mesmo problematizadas, no sentido de delimitar conceitos determinantes, para clarificar as práticas docentes e entrar no seu discurso quotidiano. Ainda, de acordo com Neto (2007, p.44), *“Uma das maiores confusões que a retórica das competências veio introduzir, de algum modo esperada, reside precisamente na diferenciação semântica entre objectivo e competência. Como mostra Pacheco (2001), para o dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea, competência significa a “capacidade, o poder de apreciar ou resolver dado assunto”, “conjunto de conhecimentos teóricos ou práticos que uma pessoa domina, de requisitos que preenche e são necessários para um dado fim”, “aptidão para fazer bem alguma coisa”; Objectivo, por sua vez, quer dizer “resultado que se pretende alcançar”, “ponto de convergência”, “propósito”. Na interpretação de Pacheco (2001), os dois conceitos estão, contudo, intimamente relacionados. Enquanto a competência indica o que é necessário para percorrer um dado caminho, o objectivo precisa o resultado que deve ser alcançado no final desse caminho”.* Por outro lado os princípios subjacentes aos documentos das mudanças a operar no Ensino Básico, não surgem com a mesma clareza e ênfase no Ensino Secundário, onde a palavra “competência” é usada de forma assistemática, numa acepção totalmente genérica, pouco vinculativa ou orientadora, e, usando a terminologia de Pacheco (1996), *“de modo nenhum estruturante em termos de engenharia curricular”.* Facilmente se comprova esta realidade pela análise dos programas de *Física e Química A* (10º/11º anos ou 11º/12º anos), *Física* (12º ano) e *Química* (12º ano), onde, e de acordo com Neto (2007, p.42), *“o discurso das competências, por comparação com o dos objectivos, é neles minimalista (caso da Física 12º ano), residual (Física e Química A 10/11º anos) ou praticamente inexistente (Química 12º ano). Na parte de Química do Programa de Física e Química A (10º/11º anos), a referência explícita a competências a desenvolver surge, curiosamente, apenas no contexto “da preparação, realização e avaliação de actividades práticas”.* Os programas do Ensino Secundário, apesar da tónica na actividade prática e na necessidade de

interdisciplinaridade, implicam que teoria e prática sejam indissociáveis na construção do conhecimento e no desenvolvimento das aprendizagens. E daqui decorre a importância das metodologias que permitem desenvolver objectivos a nível atitudinal e de capacidade, e as competências do saber e do saber-fazer que é urgente desenvolver na sociedade portuguesa. Todavia, a mudança que se exige acarreta algumas ambiguidades com competências essenciais do Ensino Básico que se desvanecem no Ensino Secundário e com a avaliação externa deste último, essencialmente de cariz conceptual. Note-se que *“as dificuldades dos professores começam logo na sua incompreensão dos textos estruturantes do sistema, nos quais é muitas vezes utilizado um código normativo e académico que, sobretudo ao nível da sua estrutura profunda, não é de fácil descodificação. A figura das “competências” é apenas um exemplo, porventura complexo, mas que tem a vantagem de ser actual”* (Neto, 2007, p.43).

De relevar ainda que, uma perspectiva crítica sobre a noção de competência e dos usos que ela tem na actualidade parece ser imprescindível para o professor que se depara com a exigência de trabalhar num Currículo por Competências que se pretende inovador. É sabido que as mudanças de paradigma citadas por Kuhn (1970) e referenciadas por Neto (2007) são lentas, pois implicam rupturas profundas, e acarretam dificuldades na sua real implementação. Conforme mostra Pacheco (1995, p.25) *“procurar inovar através da organização do conhecimento por competências é, falando curricularmente, ocultar uma pedagogia por objectivos que, apesar de ter sido uma das componentes do processo de desenvolvimento do currículo mais fundamentadas teoricamente, de forma alguma penetrou nas práticas quotidianas dos professores”*.

Note-se que os estudos de PISA, relativos à literacia científica e à sua avaliação centrada em competências relançaram também a importância de introduzir alterações no Ensino das Ciências na escolaridade obrigatória em Portugal, ao divulgarem os maus resultados dos estudantes portugueses relativamente aos outros países. O desenvolvimento de competências na escola implica uma reavaliação da quantidade e da qualidade dos saberes transmitidos, mas, também, uma clarificação do discurso e das finalidades da educação, para que não se legitime uma lógica que reduz o sentido do conhecimento ao pragmatismo, reduzindo a sua validade à viabilidade e utilidade que dispõe. A compreensão clara do que se pretende e das finalidades para que se trabalha são essenciais

para que as mudanças não se transformem em simples alterações superficiais e não estruturadas.

### **1.2.3 - A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas**

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas evoluiu a partir de um currículo inovador, gerado no âmbito das ciências médicas, introduzido nos Estados Unidos e no Canadá, há mais de 30 anos. A educação médica da época, com os seus métodos de ensino tradicionais centrados no professor, rapidamente se tornou um meio desajustado e ineficaz de preparar os estudantes de medicina face às mudanças que se faziam sentir, quer a nível das tecnologias, quer da informação, quer das tradicionais práticas médicas.

A faculdade de medicina da Universidade de McMaster, no Canadá, introduziu, na época, a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, não só como um método específico de instrução (Barrows e Tamblyn, 1980) mas, também, como uma filosofia de ensino fundamental para estruturar todo o currículo, promovendo, desse modo, uma educação multidisciplinar centrada no estudante e capaz de alicerçar a aprendizagem ao longo da vida no âmbito da prática profissional (Neufeld e Barrows, 1974).

Em consequência, o aparecimento da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas modificou os processos de ensino e redefiniu a posição do professor na sala de aula, propiciando aos estudantes uma maior autonomia na condução da aprendizagem. De facto, numa situação tradicional de sala de aula, a aprendizagem tende a proceder do abstracto para o concreto, com os conceitos a serem introduzidos em primeiro lugar, seguidos de um problema de aplicação. Tal cenário é contrário ao que ocorre numa situação real, uma vez que, quer na vida real, quer na Ciência, o problema é normalmente encontrado em primeiro lugar (West, 1992 e Duch, 1996). Assim, num ensino organizado de modo a permitir a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, o problema surge em primeiro lugar e orienta os alunos de tal modo que eles vão necessitar de proceder à aquisição do conhecimento e de destrezas necessárias para a sua resolução. Aqueles partem do conhecido para o desconhecido, com o objectivo de compreenderem os princípios científicos que se encontram subjacentes ao problema, bem como à sua resolução (Barrows e Tamblyn, 1980; Boud e Felletti, 1991; Duch, 1996; Chang e Barufaldi, 1999).

Na selecção do problema que vai ser colocado aos alunos, é importante ter-se presente que aquele deverá ser do seu interesse e que estes devem considerar relevante a sua resolução. Trata-se de um aspecto muito importante, constituindo mesmo a pedra basilar da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. De facto, diversos autores (Barrows e Tamblyn, 1980; Boud e Felletti, 1991 e Ross, 1997) consideram que, neste modelo de ensino, é nuclear que o aluno deseje resolver o problema, a dúvida ou puzzle seleccionados como ponto de partida para a aprendizagem, que resultará, assim, do processo de trabalho no problema.

### ***1.3 - Apresentação do Problema e Objectivos do Estudo***

Segundo Barell (2007), o ensino é um dos mais poderosos mecanismos para desenvolver não só o processo intelectual, mas também a interacção significativa com adultos, colegas e ambiente e é ainda essencial na mediação do desenvolvimento intelectual do aluno.

Por essa razão, é hoje largamente reconhecido que a escola deve ter como objectivo central ensinar os alunos a pensar de modo crítico e criativo, de forma a facultar-lhes mecanismos capazes de os integrar na vida activa e na tomada de decisões enquanto indivíduos membros de uma sociedade em constante transformação. A mudança tecnológica acelerada e a globalização do mercado exigem indivíduos com educação abrangente em diversas áreas, que demonstrem flexibilidade, capacidade de comunicação, e uma capacidade para aprender ao longo da vida. Assim, de uma forma mais ou menos explícita os documentos actuais do Currículo Nacional do Ensino Básico e do Ensino Secundário (DEB, 2001a e DES, 2001) enfocam a importância da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no âmbito da Física e da Química, nomeadamente na resolução de problemas, tornando-os mais capazes de transferir as aprendizagens escolares das disciplinas para situações de vida fora da escola e para o futuro (Barell, 2007).

Neste âmbito, parece-nos importante, relevante e oportuno efectuar o estudo que esta dissertação apresenta valorizando vectores como: questão de investigação e objectivos do estudo.

### **1.3.1 - Questão de investigação**

- ❖ Inferir de que forma uma unidade didáctica de Física e Química planificada numa lógica de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, pode contribuir para o desenvolvimento conceptual dos alunos e desenvolver competências que lhes permitam lidar com situações problemáticas e tomarem decisões num contexto de incerteza e de mudança.

Esta questão concretiza-se através dos objectivos descritos no item 1.3.2.

### **1.3.2 - Objectivos do estudo**

- Avaliar o efeito de uma abordagem de ensino enquadrado na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, no desenvolvimento conceptual dos alunos e na capacidade de resolução de situações problemáticas nas temáticas “Movimentos na Terra e no Espaço” e “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”.
- Analisar as opiniões dos alunos e da professora investigadora-autora, acerca da abordagem de ensino que experienciaram.

## ***1.4 - Importância do estudo***

Centrar a aprendizagem nos alunos, levando-os a formular questões e a encontrar respostas para as mesmas, tem vindo a demonstrar-se como uma estratégia motivadora e aliciante, permitindo-lhes uma construção harmoniosa do conhecimento (Taboada, 2003), tal como defendem, com a reorganização e reforma curricular do ensino em Portugal, os “curricula” de Ciências (DEB, 2001b e DES, 2001).

Ora, diversos autores (Lopes, 1994; Neto, 1998, Hmelo-Silver, 2004 e Solaz-Portolés e Sanjosé López, 2008) consideram que a Resolução de Problemas é uma das áreas da Didáctica das Ciências onde se deve promover a investigação.

Assim, o estudo que aqui se apresenta desenvolve-se no prolongamento dessas opiniões, na medida em que se procura aferir das vantagens, em termos de educação na área das Ciências, de um ensino numa lógica de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, tanto a nível de promoção de aprendizagem de conceitos como a nível de

desenvolvimento de capacidades para enfrentar as constantes metamorfoses que se evidenciam, a todos os níveis, nas sociedades dos dias de hoje. Entretanto, Lambros (2002; 2004) lembra que cada vez mais se realça a importância dos professores não se basearem apenas em materiais já preparados e guias de ensino para reproduzir. As estratégias que preconiza, enfoca a necessidade de se examinarem esses materiais com espírito crítico e de se tomarem decisões e delinearem estratégias de ensino com actividades adequadas ao desenvolvimento que pretendem nos alunos. De acordo com este autor, os professores, enquanto educadores, devem questionar o modo como estão a preparar os alunos, e promover o pensamento crítico. É necessário, para isso, fomentar a curiosidade e o espírito crítico que lhes permitam procurar o conhecimento e continuarem a aprender durante e depois da escolaridade, equipando-os com estratégias de planeamento e controlo da sua própria aprendizagem. Daí que o professor “transmissor” de conhecimentos e “matérias” deva dar lugar ao professor supervisor que incite à pesquisa coordenando o projecto de acção.

Face ao exposto, justifica-se portanto, a convicção de que, dada a escassez a nível nacional de estudos na área do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, a nível do Ensino Secundário, nomeadamente no 11º ano de escolaridade, os resultados obtidos neste estudo poderão ser úteis, quer para professores, quer para investigadores, por constituírem uma fonte de informação e reflexão sobre práticas educativas, a acrescentar ao que actualmente existe no nosso país no que concerne à Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. São, fundamentalmente, as interacções, as relações epistemológicas e psicológicas entre a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, conhecimento e pensamento crítico que constitui o alvo central desta abordagem e aquilo que se considera ser o fruto mais importante deste estudo. Após este processo de análise e reflexão sobre uma prática educativa, ainda com pouca adesão a nível nacional, julga-se poder contribuir para encarar o ensino da Física e da Química numa outra perspectiva, descentralizando o papel do professor quer na sua função de “transmissor” de conhecimentos quer na gestão dos processos utilizados para promover a aprendizagem.

Por outro lado, entende-se que este estudo poderá facilitar futuras intervenções nesta área, ao identificar as dificuldades sentidas pelos alunos e pela professora investigadora-autora bem como reacções e resultados obtidos, aquando da implementação da estratégia.

Acresce, por fim, que este estudo permite conhecer as opiniões dos alunos, no que concerne ao modo como aprendem Física e Química e como pensam que um ensino orientado numa lógica de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas poderá contribuir para o seu desenvolvimento pessoal.

---

## **CAPÍTULO 2**

*Revisão de Literatura*



## **2.1- Introdução**

Neste capítulo apresenta-se uma revisão de literatura, que constitui um quadro de referência da investigação desenvolvida e que se centra em dois pontos.

No primeiro ponto insere-se o que diz respeito à importância da estruturação do ensino da Física e da Química com vista à promoção da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (2.2). Refere-se também a contribuição da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no desenvolvimento do indivíduo enquanto membro da sociedade (2.2.1) e enquanto estudante de Ciências (2.2.2). Abordam-se também os princípios organizativos do currículo orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (2.2.3), as estratégias e os materiais curriculares (2.2.4), os modelos de ensino (2.2.5) e as dificuldades na sua implementação (2.2.6). Finalmente, tratar-se-á também da importância dos contextos num ensino desta natureza (2.2.7).

No segundo ponto, insere-se o que respeita à especificidade do ensino e a aprendizagem de conceitos relacionados com as unidades temáticas “Movimentos na Terra e no Espaço” e “Da Atmosfera ao Oceano: soluções da Terra e para a Terra” (2.3). Neste subcapítulo referem-se as principais dificuldades relacionadas com o ensino de conceitos de Física e Química integrados nas unidades temáticas em estudo (2.3.1) e apresentam-se sugestões de diversos autores para o ensino e aprendizagem de conceitos de Física e de Química integrados nas respectivas unidades temáticas (2.3.2).

## **2.2 - Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no ensino da Física e da Química**

### **2.2.1 - A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no desenvolvimento dos alunos enquanto membros da sociedade**

Com vista a preparar os alunos para actuarem como cidadãos esclarecidos e capazes de se tornarem intervenientes activos, responsáveis na resolução de problemas do dia-a-dia, bem como de problemas pessoais e da comunidade, diversos autores (Novais e Cruz, 1989; Cruz e Valente, 1993 e Engel, 1997) defendem a opinião de que a mais importante tarefa da educação deve ser desenvolver naqueles a capacidade para pensar e resolver problemas. A propósito do relevo que atribuem a este aspecto, referem que depois de abandonarem a

sala de aula, os alunos irão precisar de compreender e aplicar o corpo de conhecimentos que adquiriram na resolução de problemas que podem não ter sido identificados. Por essa razão, também Novais e Cruz (1989) defendem que a nova educação científica deve orientar-se para a importante tarefa de ensinar os alunos a resolver problemas.

Nessa perspectiva, Nisbet e Shucksmith (citados por Cruz, 1989) argumentam com a necessidade de as escolas ensinarem a adaptabilidade, mais do que estarem preocupadas com apontamentos e exames, isto se realmente querem contribuir para a aprendizagem realizada pelos alunos. Cimentam essa necessidade no facto de, dado o elevado ritmo do desenvolvimento tecnológico, os anos de escolaridade obrigatória não permitir que os alunos adquiram na escola todos os conhecimentos necessários na vida adulta. Referem que, por essa razão, é importante que no ensino se utilizem problemas em contexto e que se preparem os alunos para os resolver, por outras palavras, ajudem os cidadãos, adultos de amanhã a desenvolver competências susceptíveis de procurar os elementos que precisam para equacionar as diferentes questões com que são confrontados.

Os mesmos autores consideram ainda que o ensino das Ciências deve ser orientado para o desenvolvimento de capacidades que estejam associadas à resolução de problemas reais.

Na mesma linha de pensamento, Savin-Baden e Wilkie (2006), defendem que, para serem capazes de beneficiar da vida moderna e contribuir para a sociedade, os alunos necessitam de adquirir muito mais do que um corpo de conhecimentos que se relacionam directamente com as suas futuras profissões. Na realidade, estes terão que se adaptar às numerosas mudanças económicas, políticas, científicas e tecnológicas e, como membros da sua profissão, terão de participar em mudanças que afectam a sociedade e mesmo o mundo. Desse modo, torna-se necessário que os alunos adquiram um largo conjunto de competências que lhes permitam participar na mudança: lidar com problemas e tomar decisões racionais em situações não familiares; desenvolver raciocínios criativos, adoptar uma abordagem mais universal e holística; estabelecer empatias e apreciar os pontos de vista de outras pessoas; colaborar produtivamente em grupos/equipas e identificar as próprias forças e fraquezas por forma a adoptar soluções apropriadas através de uma aprendizagem contínua e auto-direccionada.

A resposta a estas necessidades crescentes na formação de cidadãos esclarecidos e capazes de se integrarem nas sociedades contemporâneas, passa também, na opinião de

Watts (1991), Hmelo-Silver (2004), Lambros (2004), Esteves (2006), Leite e Esteves (2006), por organizar o ensino para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, uma vez que este constitui um meio eficiente de proporcionar aos estudantes oportunidades para a aprendizagem em contextos relevantes e da vida real. Também Bueno (2006) comunga da opinião que um ensino assim orientado permite aos estudantes desenvolver pensamento crítico, de cabal importância em todos os domínios das sociedades actuais. Acresce, ainda, segundo o autor, que os estudantes sujeitos a este tipo de ensino tornam-se mais capazes de agir de forma independente, mais activos, mais criativos e mais maduros na tomada de decisões, aspectos esses de inegável importância para o indivíduo enquanto membro da sociedade.

### **2.2.2 - Contribuição da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no desenvolvimento dos alunos**

Segundo Cruz e Valente (1993), os alunos manifestam grandes falhas em certas competências do pensar, nomeadamente compreender, relacionar e associar, concluir, inferir, explicitar raciocínios, criticar e avaliar. Apesar de vários anos de aprendizagem de Ciências, alguns ainda manifestam falhas apreciáveis no domínio dos processos científicos. Por outro lado, segundo as autoras, os alunos evidenciam um reduzido grau de consciência das causas para as suas dificuldades cognitivas, nomeadamente as envolvidas na resolução de problemas, sendo-lhes, até, difícil a indicação das próprias dificuldades e, mais ainda, dos processos de pensamento que não utilizam, ou utilizam mal.

Em virtude dessa constatação, diversos autores (Barrows e Tamblyn, 1980; Boud e Felletti, 1991; West, 1992; Taboada, 2003; Barell, 2007) perfilham da opinião de que é necessário promover o ensino numa perspectiva de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, dada a sua importância inequívoca no que concerne ao desenvolvimento individual de cada aluno enquanto estudante de Ciências.

Também Neto (1998) e Barell (2007), por exemplo, referem que esta abordagem tem como objectivos educacionais a aquisição de um corpo integrado de conhecimentos relacionados com o problema e o desenvolvimento ou aplicação das habilidades para o resolver, aspecto que consideram ser de crucial importância para o desenvolvimento do aluno enquanto estudante de Ciências. Concretizando, realçam o facto de que, ao orientar o ensino para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, a informação, os

conceitos e as destrezas aprendidas pelos alunos são intrinsecamente associadas ao problema. Deste modo, quando colocados perante uma situação problemática, os discentes activam os conhecimentos interiorizados aquando da resolução de problemas anteriores. Por esse facto, eles podem ver a relevância do que tem que ser aprendido e, por conseguinte, tornam-se mais entusiastas acerca da tarefa que têm em mãos, que é a aprendizagem. Salientam ainda que, no ensino orientado deste modo, os alunos desenvolvem uma gama de destrezas essenciais, inclusive, resolução de problemas, recolha de dados, análise e síntese de dados, formulação de hipóteses e raciocínio, tornam-se mais motivados, mostram evidências de comportamentos mais modernos, demonstram raciocínios e destrezas de aprendizagem e adquirem uma vasta gama de conhecimentos básicos.

De acordo com estes autores, justifica-se a necessidade de um ensino deste tipo, pelo facto de apresentar várias vantagens, nomeadamente:

- levar em consideração a forma como os alunos aprendem. Torna-se, para os autores, claro que a aprendizagem toma lugar mais efectivamente quando os alunos estão activamente envolvidos e aprendem no contexto no qual o conhecimento terá que ser usado;
- tomar em consideração a expansão do conhecimento de base da maioria das profissões. Contribui desse modo para a formação do aluno no que diz respeito à sua capacidade de reflectir sobre a inter-relação Ciência, Tecnologia e Sociedade e para o reconhecimento da Física e da Química como ramos do conhecimento em desenvolvimento permanente e inacabado. Na realidade, o conhecimento construído pelos alunos a partir de contextos problemáticos é mais profícuo do que o transmitido pelos professores e assimilado apenas para os testes;
- incentivar a realização pessoal mediante o desenvolvimento de atitudes de autonomia, rigor, objectividade, tolerância, cooperação e solidariedade;
- proporcionar aos alunos a aquisição de conhecimentos básicos que os tornem capazes de compreender problemas científicos e tecnológicos de inegável importância para o indivíduo.

Também Ross (1997) apresenta uma proposta que é coerente com o que se salientou constituírem os benefícios educativos em termos de aprendizagem das Ciências em geral e

da Física e da Química em particular, sustentados por Barrows e Tamblyn (1980) e Boud e Feletti (1997). Ross (1997) vai inclusive mais longe, ao advogar esta perspectiva de ensino é, provavelmente, a abordagem que faz o uso mais correcto do conhecimento que os estudantes trazem para qualquer programa (a qualquer nível) e que promove mais eficazmente a aprendizagem significativa. Tal deve-se ao facto de a resolução de problemas com os quais os alunos se debatem, exigirem a planificação de um processo de resolução construído com base em conhecimentos prévios, conceptuais e procedimentais, e em novos conhecimentos, considerados relevantes e necessários para a resolução desses mesmos problemas.

Ao afirmar-se que um ensino orientado desta maneira é importante para o aluno enquanto estudante de Ciências, tem-se também em consideração alguns estudos (Neto, 1998; Butler, 1999; Carter, 1999; Chang e Barufaldi, 1999 e Solaz-Portolés e Sanjosé López, 2008) desenvolvidos nessa área, que evidenciam vantagens da aplicação desta abordagem na eliminação de dificuldades dos alunos no processo de aprendizagem e na área do pensar e do pensar sobre o pensar.

No que toca à aprendizagem, Carter (1999) defende que, quando os estudantes tomam consciência que o último propósito das pesquisas realizadas é a aprendizagem e não o término rápido das tarefas, processam mais eficazmente as informações. O autor realça, sobretudo, o facto de os estudantes passarem a ter uma atitude científica e a trabalhar numa direcção específica. Esta atitude, face à aprendizagem, conduz os estudantes a pensar e a examinar os conceitos de um modo mais profundo, o que, por sua vez, leva a um aumento da probabilidade de os estudantes adquirirem um conhecimento científico mais exacto.

Conclusões similares foram apresentadas por Chang e Barufaldi (1999), após terem realizado um estudo, em Taiwan, com alunos de idade média de cerca de 15 anos. Nesse estudo, estes investigadores analisaram os conhecimentos dos alunos antes e após a implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (grupo experimental) e compararam esses conhecimentos com os alunos sujeitos a um ensino tradicional (grupo de controlo). Como conclusão do estudo realizado referem aqueles autores que um ensino assim orientado conduz a significativos incrementos nos conhecimentos dos alunos. Esta referência é sustentada pelo facto de terem verificado um aumento significativo, em termos da aprendizagem, nos alunos do grupo experimental. Este estudo permitiu ainda aos autores concluir que esta perspectiva

de ensino, aumenta significativamente a realização dos alunos, assim como modifica notavelmente as concepções alternativas que eles possuem. Os autores atribuem estes resultados ao facto deste tipo de ensino proporcionar aos alunos um papel activo no processo de ensino e de aprendizagem.

### **2.2.3 - Princípios organizativos do currículo orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas**

Lopes (1994) refere que pode haver vários modos de integrar os problemas nas aulas de Ciências Físico-Químicas:

- podem estar na base do currículo, isto é, o ensino e a aprendizagem estarem baseados na formulação e resolução de problemas;
- podem fazer parte do currículo, isto é, são utilizados, durante ou no fim do ensino e aprendizagem, mas não são parte essencial do mesmo.

Segundo Ross (1997), é necessário ter consciência das diferenças entre os vários tipos de currículos, nomeadamente currículos orientados por problemas, baseados em problemas e de resolução de problemas. De um modo muito sucinto, o autor distingue diferentes tipos de currículo:

- *Um currículo orientado por problemas* é aquele em que os problemas são usados como critérios de selecção tanto para a selecção dos conteúdos a incluir no currículo como para os métodos a adoptar. Este tipo de currículo pode ser apresentado de um modo inteiramente tradicional, ou pode envolver algumas (ou todas) aprendizagens baseadas na resolução de problemas assim como pode (embora não necessariamente) incluir o ensino de técnicas de resolução de problemas. A escolha do problema num currículo orientado por problemas é realizada tendo em conta que este será usado durante todo o programa, ou, pelo menos, a nível de grandes unidades, estando presente por vezes durante um período, um semestre ou mesmo até um ano lectivo;
- *Um currículo baseado em problemas* é aquele no qual os alunos trabalham em problemas como uma parte do curso. Os estudantes trabalham em problemas que foram propositadamente usados para os levar por si próprios a identificar e procurar o conhecimento que necessitam para os resolver. Esta abordagem é marcadamente

diferente das usualmente utilizadas para resolver problemas, nas quais se assume que os estudantes têm que ter os conhecimentos necessários para abordar o problema, antes mesmo de começar a trabalhar nele. No currículo baseado em problemas o conhecimento surge do trabalho no problema. Neste tipo de currículo, verifica-se a utilização de um problema individual a nível de subunidades temáticas, sendo aquele usado para uma secção de trabalho do estudante, que pode durar entre uma a cinco semanas. Desse modo, um número variado de problemas pode ser usado para abordar toda a unidade. Quando se utilizam os currículos baseados em problemas, pretende-se ajudar os alunos a desenvolver competências tidas como fundamentais e necessárias para a sua vida futura e para o sucesso da vida em sociedade e criar condições favoráveis à aprendizagem ao longo da vida (Engel, 1997). Margetson (1997) acrescenta que este tipo de currículo promove a integração de conhecimentos conceptuais “*saber que*”, e de conhecimentos procedimentais, “*saber como*”. Por outro lado, na opinião desta autora, estes currículos são eticamente defensáveis, uma vez que consideram tanto o aluno como o professor pessoas com conhecimentos e interesses que são partilhados no processo educativo. Além disso, reflectem a natureza do conhecimento na medida em que este se desenvolve como resultado das respostas dos especialistas aos problemas que eles encontram no seu mundo, o que contraria as ideias dos que conceptualizam a Ciência como um corpo de conhecimento a ser transmitido, isto é, o ensino como um processo de transmissão de conhecimentos e a aprendizagem como um processo de absorção passiva de informação;

- *Um currículo de resolução de problemas* é definido como aquele no qual os alunos são treinados especificamente para resolver problemas. Neste tipo de currículo os alunos aprendem estratégias de resolução de problemas. Aqui, os problemas podem variar desde problemas que podem ser descritos como puzzles ou exercícios, até problemas que podem aproximar-se do nível daqueles usados nos currículos baseados em problemas. A este nível a distinção entre os dois últimos tipos de currículo pode tornar-se difícil.

Segundo Engel (1997), a organização do ensino para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas só é possível se o currículo baseado em problemas assentar nos seguintes princípios:



- *aprendizagem cumulativa*: nenhum assunto ou tópico deve ser estudado numa profundidade definitiva numa dada altura, mas sim deve ser reintroduzido com crescente sofisticação sempre que contribua para uma tomada de decisão fundamentada acerca de uma dada situação problemática;
- *aprendizagem integrada*: os assuntos não devem ser tratados separadamente mas em vez disso devem estar disponíveis para o estudo conforme se vão relacionando com o problema;
- *progresso na aprendizagem*: à medida que a maturidade intelectual dos alunos aumenta, vários aspectos do currículo (tais como capacidade de trabalho em grupo, relação entre teoria e prática) devem mudar e progredir;
- *consistência da aprendizagem*: os objectivos nesta perspectiva de ensino devem ser definidos, para que possam ser atendidos em todas as facetas do currículo, de forma a que sejam alcançados. A avaliação sumativa deve ser usada moderadamente e deve constituir um teste de aplicação e não um mero recitar do conhecimento adquirido. Fontes materiais e humanas, adequadas, devem estar disponíveis para alicerçar o estudo individual e auto-dirigido.

No contexto do Ensino das Ciências, e dada a importância desta abordagem de ensino para o aluno enquanto estudante de Ciências (mencionadas na secção anterior), coloca-se com muita pertinência a questão acerca do modo como se deve organizar um currículo baseado em problemas (que materiais a usar, que estratégias a utilizar, que modelo de ensino a adoptar, etc.). A análise da forma como vários autores (Barrows e Tamblyn, 1980; West, 1992; Boud e Feletti, 1997; Engel, 1997; Ross, 1997; Chang e Barufaldi, 1999; Leite e Afonso, 2001; Leite e Esteves, 2005; Lambros, 2004; Barell, 2007 e Solaz-Portolés e Sanjosé López, 2008) descrevem o ensino orientado para Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas permitiu construir os pontos que se seguem, nos quais se clarifica a questão apresentada.



#### 2.2.4 - Estratégias e materiais curriculares

No processo de organização e subsequente implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas devem-se considerar algumas heurísticas importantes. Bond (1985) e Lambros (2004) referem as seguintes:

- usar material estimulante para ajudar os alunos a discutir um problema importante, uma questão ou um tema;
- apresentar o problema como simulação de uma prática profissional ou situação da vida real;
- orientar apropriadamente os alunos para o pensamento crítico e fornecer fontes de pesquisa limitadas, para os ajudar a aprender a partir da definição e tentativa para resolver o problema dado;
- promover o trabalho cooperativo;
- explorar a informação dentro e fora da sala de aula, com recurso ao professor, o qual conhece bem o problema e pode facilitar o processo de aprendizagem do grupo;
- dotar os alunos de capacidade para identificar as suas próprias necessidades de aprendizagem e capacidade de uso apropriado de fontes de pesquisa disponíveis;
- reaplicar a aprendizagem conceptual conseguida no trabalho com os problemas aos problemas iniciais e avaliar o processo de aprendizagem.

Por seu lado, Barell (2007) considera que um ensino assim orientado se organiza por envolvimento de uma matriz de três componentes, as quais representam caminhos importantes para adquirir conhecimentos e destrezas, nomeadamente:

- *grupos de aprendizagem pequenos*. Os grupos de aprendizagem com um número reduzido de elementos fornecem oportunidades reais para que os estudantes possam interactivar desinibidamente sob a orientação do professor. De facto, nos grupos pequenos, os alunos sentem-se livres para expressar as suas ideias e aprender com as opiniões e as críticas dos outros. Na sala de aula, estes grupos de aprendizagem operam durante o período de investigação sobre os problemas. Aos alunos é dada, assim, a possibilidade e oportunidade real de discutir as suas descobertas. Outros autores (Ross, 1997; Perales, 2000; Chin e Chia, 2004 e Palma e Leite, 2006) são também da opinião que se devem usar grupos de aprendizagem pequenos como forma de incrementar o nível de participação e a criatividade necessária para abordar situações não familiares e

abertas. Perales (2000), por exemplo, é da opinião que a utilização de grupos de aprendizagem pequenos contribui para que entre os alunos exista comunicação interactiva e se propicie o debate e a busca de um consenso mediante procedimentos discursivos, além de propiciar a formação entre iguais (o poder não fica centrado no professor). Acresce, ainda, de acordo com este último autor, que a interacção gerada nos grupos de trabalho acarreta numerosas vantagens na formação dos alunos, tanto em termos das atitudes desenvolvidas, como no desenvolvimento de valores (tolerância, cooperação, etc.), como ainda em termos do conhecimento partilhado. Além disso, o trabalho em equipa aproxima os alunos da realidade laboral;

- *análise do problema e investigação.* A análise e investigação do problema expõe o aluno à identificação do problema e resolução do mesmo, não obstante o facto de na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas o ênfase não reside apenas na resolução do problema. Os alunos aprendem por pesquisa da informação e análise crítica dos resultados obtidos. Por outras palavras, os alunos aprendem através do trabalho com o problema (Boud e Feletti, 1997; Butler, 1999 e Chang e Barufaldi, 1999);
- *estratégias de aprendizagem auto-dirigidas.* Trata-se de um processo no qual os alunos tomam a iniciativa, com ou sem ajuda de outros, no diagnóstico das necessidades de aprendizagem, na formulação de objectivos, na identificação de fontes materiais e humanas de pesquisa, na escolha e implementação de estratégias e na avaliação dos resultados (West, 1992). É construído com base no conhecimento dos alunos e assume que estes são motivados por incentivos internos, tais como os necessários à auto-estima. Os alunos, por conseguinte, tomam a seu cargo a responsabilidade da sua própria aprendizagem, uma característica que os ajuda a tornarem-se aprendizes para toda a vida.

West (1992) postula, ainda, a existência de determinadas linhas balizadoras neste tipo de ensino, ou seja:

- o problema deve ser curto. Demasiada informação pode introduzir materiais que podem desviar demasiado os alunos dos objectivos de aprendizagem;
- a sessão aberta de *brain storming* deve permitir aos alunos introduzir qualquer coisa relacionada com o problema que eles considerem interessante;

- embora possa ser dada aos alunos a hipótese de decidir quais as questões que preferem perseguir, o professor deve assegurar que todos os objectivos de aprendizagem estão incluídos;
- o material de pesquisa que se disponibiliza aos alunos deve conter a informação que é necessária. Deve-se tentar sempre ter algum material extra disponível, principalmente livros de referência;
- os alunos devem ser encorajados a falar livremente uns com os outros e a examinar criticamente qualquer valor ou declaração apresentada;
- os assuntos abordados devem ser incorporados noutros assuntos a ensinar para procurar uma Ciência integrada;
- o professor deve ter presente que os alunos podem necessitar de ajuda na procura de informação.

Concernente ao problema, segundo Ross (1997), este pode ser seleccionado:

- com vista a garantir que os alunos cubram uma área de conhecimento pré-definida;
- para ajudar os alunos a solidificar alguns conceitos, ideias e técnicas importantes;
- pela sua aptidão para conduzir os alunos em direcção ao campo de estudo;
- pela sua importância intrínseca;
- porque ele representa um problema típico enfrentado na vida profissional.

Quanto à forma que o problema toma, segundo Lopes (1994), ele pode ser:

- de um único tipo, quanto à complexidade e finalidade educacional;
- de uma larga variedade de tipos, quanto à complexidade e finalidade educacional.

Ross (1997) considera que o problema pode ser:

- um evento;
- um comunicado descritivo;
- um conjunto de questões;
- mistura das alternativas anteriores.

Em relação às fontes de pesquisa a usar pelos alunos, Ross (1997) refere que estas podem ser relacionadas:

- pelos alunos a partir da lista das fontes de pesquisa (acumuladas pelo professor);
- pelos alunos a partir de quaisquer fontes disponíveis para eles;

- mistura das duas opções anteriores;
- pelo professor.

### 2.2.5 - Modelos de ensino

Um aspecto muito importante a ter em conta diz respeito à condução do processo de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. A este propósito, têm sido particularmente influentes as propostas de Barrows e Tamblyn (1980). Estes autores propuseram um modelo que contempla duas sessões de trabalho com os alunos. Estas duas sessões ocorrem no período de uma semana, a primeira no seu início e a segunda no seu final, e repetem-se nas semanas subsequentes.

- *Primeira sessão:* O professor começa a sessão com a apresentação de um problema real numa área em que se pretende que os alunos venham a tornar-se competentes; estes são então estimulados a procurar solução para esse problema. Posteriormente, organizam as suas ideias acerca do problema e tentam identificar a natureza geral deste, assim como os factores ou aspectos a ele subjacentes. Após um período de reflexão, em ordem a compreender as causas, mecanismos e hipotéticas soluções, os alunos colocam questões, focam aspectos que não compreendem ou que necessitam de mais informação para compreender e examinar as suas sugestões de modo crítico. Durante toda a sessão, os alunos são constantemente encorajados a identificar o que ainda não compreenderam ou sabem e a olhar isto como um desafio para uma subsequente aprendizagem. Decidem quais as questões, que são registadas e que gostariam de dar respostas. São posteriormente definidas estratégias de pesquisa e identificadas tarefas com o intuito de responder às questões levantadas. Seguidamente, é implementada a pesquisa. Durante esta é promovida a cooperação (em lugar da competição) entre colegas.
- *Segunda sessão:* O professor começa a sessão por encorajar os alunos a reflectir no que aprenderam durante o processo de pesquisa desenvolvido para responder às questões que foram levantadas. Eles começam por explorar as respostas uns dos outros às questões que decidiram perseguir; deste modo, praticam trocas de informação útil das várias pesquisas que efectuaram, praticam a partilha da nova aprendizagem ao apresentá-la aos seus companheiros e ao questionarem uns e outros; aprendem como

obter informação a partir de várias fontes, incluindo a consulta de especialistas da área, aprendem como transmitir informação e como questionar os outros criticamente, mas sem ofender; aprendem a comparar a sua “*performance*” com a dos seus companheiros e a identificar as suas próprias forças e fraquezas. De seguida, o novo conhecimento e compreensão são aplicadas ao problema original; os alunos consideram quais das primeiras conjecturas ou hipóteses alvitadas podem ser aceites e quais as que necessitam de ser refinadas e que informação subsequente acerca do problema será necessária numa próxima exploração; nesta fase, os alunos praticam a transferência do conhecimento através de uma aplicação num contexto realista. Além disso, ao longo das sessões o professor pode fornecer mais informações acerca do problema, quando os alunos tiverem avançado razões convincentes para aceder a tais informações. Segundo os autores, uma resolução definitiva do problema não é necessariamente obrigatória ao longo do curso. Uma vez a cada duas semanas, no final da segunda sessão, o professor estimula ainda o grupo a reflectir sobre como estão a prosseguir os estudos, o que aprenderam, como aprenderam e como o que aprenderam se enquadra no problema; promove também a reflexão acerca do modo como cada um deles progride individualmente e como funciona enquanto elemento de um grupo.

As ideias de Barrows e Tamblyn (1980) estão presentes na generalidade dos modelos que têm vindo a ser elaborados. Mais recentemente, por exemplo, West (1992), Chin e Chia, (2004) e Palma e Leite (2006) sugerem um modelo de organização do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas radicado numa estrutura trifásica. Essa estrutura encontra-se exposta na Tabela 2.1.

Também Duch (1996) sugere um modelo de ensino orientado nesta perspectiva. Segundo esse modelo, o professor começa por seleccionar um contexto problemático em associação com o mundo real, em ordem a motivar os alunos para formular questões que pretendem resolver. Estes são então colocados em grupos. Posteriormente, o professor encoraja os alunos a mobilizarem-se no sentido de identificarem e consultarem fontes de informação que consideram relevantes para aceder a dados importantes para a resolução das questões em causa. No seio do grupo, são atribuídas a cada elemento responsabilidades específicas - de gestão das discussões, de registo das informações recolhidas, na comunicação dos resultados alcançados, etc. -, que vão rodando regularmente de forma a que todos os elementos integrantes possam ser incumbidos das diferentes

responsabilidades. Depois, os alunos trabalham na resolução dos problemas. Para o efeito, investigam os aspectos relacionados com os problemas, num processo conduzido dentro e fora da sala de aula. Nesta fase, os alunos consultam diversos tipos de fontes de informação, efectuem saídas de campo, nomeadamente visitas a laboratórios das Universidades (onde lhes é permitido quer observar como trabalham os cientistas, quer experimentar tecnologias relacionadas com os problemas que trabalham), consultam especialistas, aprendem os princípios físicos necessários para a resolução dos problemas, comunicam uns aos outros o que aprendem e como esse novo conhecimento é relevante para resolver os problemas. Numa última fase, os alunos sintetizam e avaliam o processo de resolução.

**Tabela 2.1** - Organização do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (West, 1992)

<i>Fase</i>	<i>Características</i>
1	Apresenta-se o problema; identificam-se os temas a explorar; definem-se os objectivos de aprendizagem; explicitam-se as questões emergentes dos temas; estabelecem-se prioridades (objectivos/questões); planifica-se o programa de trabalho
2	Os estudantes trabalham as questões
3	Os estudantes apresentam e discutem os resultados; efectua-se uma síntese final dos conhecimentos obtidos; avalia-se todo o processo

Chang e Barufaldi (1999) sugerem um modelo de ensino deste tipo radicado em quatro pilares fundamentais: pesquisar, resolver, criar e partilhar. Pese embora a diferenciação quanto ao modo como surgem os problemas entre este modelo e o citado anteriormente, os dois modelos apresentam uma estrutura de desenlace similar. De facto, neste último modelo, e numa primeira fase, os alunos identificam os problemas e as questões a investigar após a leitura de artigos procedentes de jornais ou revistas científicas. Depois, preparam e implementam os seus planos de investigação com vista a dar resposta aos problemas e questões identificados. Em seguida, surgem soluções através de discussões de grupo ou de comunicação à turma. Por fim, os vários grupos discutem as soluções avançadas e procuram chegar a um consenso no que dizia respeito à validade dessas

soluções. Nesta fase, os alunos procuram identificar falhas nos métodos utilizados, nos raciocínios desenvolvidos e nas conclusões retiradas da análise dos dados disponíveis. Discutem ideias, partilham informações e refinam o entendimento que têm dos conceitos.

É assim que, como pré-requisito para a organização deste tipo de ensino, que os seis autores (Barrows e Tamblyn, 1980; West, 1992; Duch, 1996 e Chang e Barufaldi, 1999) se vão posicionar em pontos de partida iguais. De facto, todos eles consideram que a organização de um ensino orientado desta forma, deve pressupor a existência de um ou vários problemas iniciais nos quais os alunos trabalham. No entanto, é fundamental ter presente que, em vez de se colocar os alunos a resolver problemas mais ou menos estruturados e estereotipados, se deixe que aqueles identifiquem a formulem, por si próprios, vários problemas, perante situações variadas (Cruz e Valente, 1993 e Neto, 1998).

Com base nos referentes teóricos supracitados, Leite e Afonso (2001) concluíram que o ensino assim orientado se estrutura numa organização tetrafásica que tem início na selecção do(s) contexto(s) problemático(s) susceptíveis de gerar os problemas e as questões a tratar com vista à aprendizagem dos conceitos fundamentais da disciplina.

Assim, numa primeira fase, o professor começa por identificar pelo menos um contexto problemático que seja virtualmente capaz de gerar múltiplos problemas e questões que motivem e interessem os alunos. Depois, organiza um conjunto de materiais de consulta, que considera necessário e adequado ao tipo de problemas que prevê virem a ser colocados pelos alunos a partir do contexto utilizado.

Terminada essa fase, os alunos trabalham sobre o(s) contexto(s) problemático(s) seleccionado(s) pelo professor. Uma vez, definidos os problemas a resolver, este discute com os alunos as eventuais correlações hierárquicas entre aqueles assim como a cronologia de resolução a adoptar. Criam-se grupos de trabalho. O papel do docente volta aqui a ser de cabal importância. Com efeito, compete-lhe agora a tarefa de clarificar os problemas formulados, incentivar os alunos a identificar e rejeitar os problemas irrelevantes, facilitar a ajuda individual e criar condições para que o trabalho de grupo possibilite a aprendizagem de todos os elementos.

Terminada a fase anterior, os alunos planificam estratégias de resolução e identificam tarefas a realizar com vista a solucionar os problemas com os quais se confrontam. Depois, implementam as estratégias de resolução e obtêm a solução (no caso de ela existir).



Durante este processo, acedem a diversos tipos de fontes de informação – livros, revistas, jornais, Internet, relatórios -, realizam várias actividades – contactam com entidades públicas, entrevistam membros da comunidade, efectuem saídas de campo -, e analisam as informações obtidas. Ao professor imputa-se a obrigação de assegurar que a informação mínima necessária está acessível aos alunos mas estes deverão ser incentivados a mobilizarem-se rumo à identificação e localização da informação pertinente. Neste período, os vários grupos de trabalho podem trabalhar em simultâneo num mesmo problema, trabalhar em diferentes subproblemas de um determinado problema ou trabalhar em diferentes problemas. Sempre que termina um ciclo de actividades necessárias à resolução de um dado problema, identificam-se os problemas que ainda não estão resolvidos bem como os novos que eventualmente emergiram do trabalho sobre os problemas iniciais. Torna-se a repetir o ciclo até que se esgotem todos os problemas formulados e considerados relevantes para serem tratados.

Na última fase, procede-se à síntese e avaliação do processo. Aqui, professor e alunos verificam a consecução de todos os problemas que haviam decidido perseguir, reflectem sobre a validade das soluções que encontraram (ou não) para esses mesmos problemas, efectuem uma síntese final dos conhecimentos (conceptuais, procedimentais, atitudinais) obtidos e/ou desenvolvidos e da sua relação com os problemas trabalhados e avaliam todo o processo de resolução desenvolvido, quer a nível da eficácia de aprendizagem quer em termos do contributo para o desenvolvimento do indivíduo enquanto cidadão integrante de uma sociedade em permanente transformação.

Tendo em consideração a síntese alargada que se acaba de apresentar dos vários modelos de organização do ensino para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, e os inúmeros elos de ligação que dela emergem no que diz respeito ao modo como se deve organizar esse ensino, parece consensual a ideia de que, de uma forma sumária, essa organização deva incluir: uma selecção inicial, por parte do professor, do contexto problemático a adoptar; a definição dos problemas e questões emergentes do contexto seleccionado; a planificação e resolução do(s) problema(s) por parte dos alunos; a síntese e avaliação de todo o processo de resolução, por parte dos alunos e do professor em conjunto. Pese embora pequenas diferenças quanto à forma como surge o problema, como se organizam os alunos no seio da turma, quais as fontes de pesquisa que se usam, é denominador comum de todos os modelos o facto de a organização de um ensino deste tipo



dever colocar a aprendizagem como resultado do processo de trabalho desenvolvido pelos alunos no âmbito da resolução dos problemas colocados.

#### **2.2.6 - Dificuldades na implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas**

Apesar das inquestionáveis potencialidades formativas que emergem desta perspectiva de ensino, é praticamente consensual que ela transporta dificuldades. Com efeito, pelo facto de se tratar de um método de ensino centrado no aluno e na aprendizagem, ele acarreta dificuldades associadas ao facto de ser pouco estruturado e flexível, obrigando a uma redefinição da posição do professor na sala de aula. Requer alterações nas actividades de aprendizagem e no modo de implementação destas, implicando rupturas na forma tradicional de organizar e gerir as aulas e os espaços exteriores a esta.

Deste modo, a breve apresentação, que a seguir se efectua, dessas condicionantes específicas serve de inventário das principais áreas de dificuldade mais comumente associadas ao ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. As dificuldades, são as seguintes:

- *Dificuldades decorrentes da confusão entre currículo baseado na resolução de problemas e outros currículos de resolução de problemas*

Boud e Feletti (1997) reconhecem a existência de dificuldades nesta área particular. Na opinião destes autores, estas dificuldades surgem devido ao facto de não se dar devida atenção aos princípios que fundamentam um currículo orientado por problemas. Com efeito, os autores acentuam que a abordagem a usar num ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, por ser marcadamente diferente das usualmente utilizadas para resolver problemas, requer uma tomada de consciência dos professores em relação aos aspectos estruturais que distinguem este tipo de currículo dos demais. Aspectos como a escolha de contextos a adequação dos problemas aos alunos, a selecção de fontes de informação e recursos a utilizar, a antecipação de aspectos administrativos relacionados com a gestão flexível de espaços escolares, entre outros, assumem aqui grande relevo e, por isso, devem ser cuidadosamente preparados;

- *Dificuldades associadas à adequação dos problemas utilizados*

De acordo com Boud e Feletti (1997) a ausência de investigação e desenvolvimento na natureza e tipo de problemas a ser usados constitui outra das razões para o insucesso do ensino orientado nesta perspectiva. Com efeito, os autores preconizam a opinião de que o uso de problemas inadequados (por não serem apresentados numa linguagem inteligível pelos alunos; por não criarem desafios apropriados ao nível etário dos alunos; por não serem motivadores para os alunos; por não estarem claramente definidos) pode constituir obstáculo para os alunos formularem questões e apresentarem dúvidas pertinentes, necessárias ao desenlace subsequente da abordagem de ensino a implementar. Perigosamente, tal pode conduzir a que as questões sejam colocadas não pelos alunos e no interesse destes, mas pelo professor e de uma forma artificial.

- *Dificuldades inerentes ao insuficiente investimento no desenho, preparação e constante renovação das fontes de aprendizagem*

Para Boud e Feletti (1997), estas dificuldades são vulgarmente associadas à ausência de reconhecimento das fontes necessárias para iniciar e conduzir um ensino assim orientado. Na opinião destes autores, podem ainda surgir dificuldades relacionadas com o facto de as fontes de informação pertinentes não terem sido correctamente identificadas ou terem sido mal seleccionadas por, entre outras razões, conterem a resposta directa aos problemas em curso, por não serem fidedignas ou por apresentarem informações dúbias e contraditórias. Na mesma linha de pensamento, é de destacar a opinião de West (1992), para quem o sucesso da implementação de um ensino deste cariz consolida-se na premissa de que o professor é capaz de desenhar, produzir e reunir os materiais adequados a ser usados na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

- *Dificuldades decorrentes do fraco investimento dos estudantes na resolução dos problemas*

Boud e Feletti (1997) realçam que devido ao uso de estratégias de avaliação que não se centram nas questões chave de aprendizagem, se acaba por recompensar os estudantes pelo tipo de comportamento característico de um ensino tradicional. Tendo em conta que os estudantes centram a aprendizagem no conhecimento do que é relevante para alcançar classificações positivas, West (1992) refere que, se os métodos de avaliação

não enfatizarem os processos desenvolvidos na aprendizagem por via de um ensino desta natureza, rapidamente os estudantes deixarão de prestar atenção à resolução dos problemas e prestarão apenas atenção ao que é necessário para auferirem classificações satisfatórias nos momentos de avaliação. Neto (1998) corrobora também esta opinião, frisando que os alunos se desinteressam pela resolução dos problemas quando sentem que dela não resultam repercussões positivas para a sua avaliação na disciplina.

- *Dificuldades associadas às características dos alunos e dos grupos de trabalho*

Barrows e Tamblyn (1980) consideram que, dado que a aprendizagem auto-dirigida pode conduzir a uma sensação de incapacidade para resolver determinados problemas, é necessário que os estudantes sejam disciplinados no que diz respeito a trabalharem com o desconhecido e que se sintam motivados face a desafios que testem as suas capacidades para resolver problemas. A ausência destas características pode obstar à eficácia do ensino em estudo. Por outro lado, segundo Neto (1998), podem surgir dificuldades no decurso das actividades de resolução dos problemas em virtude dos diferentes ritmos de trabalho empregados pelos vários grupos, o que se traduz, quando as tarefas são extensas, em desfazamentos difíceis de recuperar. Acresce, ainda, segundo este autor, que existe sempre o perigo de desorientação dos alunos, dado que algumas actividades exigem a realização e compreensão das precedentes.

- *Dificuldades associadas ao desempenho do professor*

Segundo West (1992), uma das grandes dificuldades associadas ao desempenho do professor na implementação de uma abordagem de ensino e aprendizagem deste tipo prende-se com o facto de o professor necessitar de possuir as destrezas necessárias para orientar e guiar os estudantes no decurso desse processo de ensino. Essas dificuldades parecem emergir do facto de os professores, em geral, possuírem pouca experiência nesta área de ensino, facto que pode ser explicado pelo carácter inovador do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e aos tempos impostos nos anos de exame nacional. De acordo com o autor, essas dificuldades surgem especialmente a nível da monitorização de todo o processo de investigação desenvolvido pelos alunos no decurso da resolução dos problemas levantados. Com efeito, os professores podem cair no erro de interferir em demasia na definição e ordenação das questões/problemas a abordar, no planeamento da investigação, no fornecimento de fontes e dados a utilizar, na extracção de conclusões, na identificação

dos erros, na redefinição de novos processos de abordagem, etc. Gil Perez (1993) acrescenta que podem também surgir dificuldades relacionadas com o facto de o professor ser incapaz de satisfazer todos os pedidos de ajuda solicitados pelos grupos de trabalho. Na realidade, estes solicitam várias vezes, simultaneamente e sobre questões de natureza diferente, a ajuda do professor, o que obriga a que este possua as destrezas necessárias para gerir todos os pedidos.

- *Dificuldades associadas ao tempo dispendido nas várias fases do ensino*

Embora numa situação de sala de aula, o tempo disponível para trabalhar determinados problemas possa ser controlado pelo professor, o qual fica então em posição para assistir os alunos e melhorar a sua atenção, ao professor cabe a responsabilidade de assegurar que os objectivos de aprendizagem para cada problema sejam atingidos dentro de um limite razoável de tempo. Por essa razão, West (1992) identifica dificuldades relacionadas com o tempo dispendido na análise do(s) problema(s) e na subsequente definição da estratégia de investigação. Com efeito, na opinião do autor, dependendo do grau de dificuldade do(s) problema(s), os alunos podem levar um tempo muito longo para compreender a terminologia e investigar as fontes de informação relevantes para a sua resolução. Se esse tempo não for de certa forma monitorado pelo professor, pode não haver tempo suficiente para a consecução dos objectivos inicialmente propostos.

- *Dificuldades ligadas aos instrumentos utilizados*

Outra dificuldade que emerge de uma abordagem deste tipo prende-se com o facto de este requerer diferentes tipos de ferramentas de análise, capazes de avaliar a habilidade dos estudantes para resolver problemas e aplicar os conhecimentos aprendidos em direcção à compreensão dos mesmos (West, 1992). Dadas as características peculiarmente distintas do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas comparado com o ensino tradicional, podem surgir dificuldades ligadas quer à natureza dos parâmetros a avaliar, quer ao tipo de instrumentos a utilizar na avaliação da evolução dos alunos.

### 2.2.7 - Importância dos contextos na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Diversos autores, como por exemplo Boud e Feletti (1991), West (1992), Lopes (1994), Malcolm (1989), Duch (1996), Chin e Chia (2004) e Palma e Leite (2006), referem a importância dos contextos problemáticos no Ensino das Ciências. Na opinião de Lopes (1994), a importância da contextualização dos problemas ressalta do facto de quase todos os problemas que se pretende abordar poderem ser gerados, naturalmente, a partir da situação apresentada e da exploração física que a acompanhou. De acordo com este autor, todo o conhecimento conceptual e processual deve construir-se a partir de contextos problemáticos. Tal deve-se ao facto de o resolvidor se desinteressar pela resolução do problema se não o considerar relevante. Acresce, ainda, que as dificuldades em resolver um problema aumentam se este estiver completamente descontextualizado.

Malcolm (1989) considera que o facto de a Ciência, em geral, e a Física e a Química em particular, serem vistas como áreas de difícil compreensão e só ao alcance de uns poucos privilegiados, se deve à descontextualização no Ensino das Ciências. Na opinião deste autor, a descontextualização do ensino da Física obsta ao progressivo rumo à literacia científica, na medida em que, desse modo, os alunos não se sentem motivados para a aprendizagem dos conteúdos de Física, por não conseguirem nem identificar relações entre o que aprendem na sala de aula e o mundo que os rodeia, nem visualizar o relevo da aprendizagem desses conteúdos para as suas vidas futuras.

Por outro lado, na aprendizagem, o aspecto mais importante é certamente *aprender a aprender*. Sendo, porém, os conteúdos também importantes, *aprender a aprender* é uma expressão sem sentido se não for firmemente baseada num contexto (Cruz, 1989). Por conseguinte, numa situação de ensino e de aprendizagem na sala de aula, é importante ter consciência de que, cada vez mais, se tem de fazer uso dos contextos problemáticos (West, 1992 e Palma e Leite, 2006).

Na opinião de Deslie (2000), a importância do uso de contextos problemáticos ressalta do facto de o conhecimento tender a ficar inactivo quando adquirido em divórcio com contextos problemáticos. Por outro lado, segundo o autor, a fim de motivar os alunos para a resolução dos problemas decorrentes dos contextos criados, devem usar-se contextos que sejam reais, relevantes e que despertem o interesse daqueles.

No prolongamento desse reconhecimento enquadra-se Neto (1998), que considera que os alunos precisam de estar activamente envolvidos na sua aprendizagem e necessitam de aprender Física no contexto das aplicações ao mundo real. Com efeito, os alunos que adquirem conhecimento científico no contexto no qual ele vai ser usado, são mais capazes de reter o que aprendem e de aplicar esse conhecimento apropriadamente (Boud e Feletti, 1991; Duch, 1996; Costa *et al.*, 2000 e Chin e Chia, 2004).

Os alunos, quando auscultados a propósito da aprendizagem contextualizada, são da opinião de que se torna mais fácil a compreensão de situações problemáticas quando as conseguem enquadrar num contexto do mundo real. Quando os problemas são reais, os alunos definem processos de resolução mais esclarecidos e mostram-se mais motivados para a consecução das tarefas conducentes à resolução daqueles.

No que diz respeito ao modo como surge o contexto problemático, segundo Lopes (1994), tendo por base ocorrências naturais ou tecnológicas, a partir das quais é possível explorar vários conceitos, o professor e os alunos criam, em ambiente o mais natural possível, o contexto problemático que originará uma rede de tarefas-problema e problemas que vão permitir o crescimento do conhecimento conceptual e processual.

É também de salientar que os programas das disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Física e Química A, actualmente em vigor relevam a importância dos conhecimentos científicos e tecnológicos na vida quotidiana e impõem a necessidade de os abordar em ligação estreita com textos da vida do dia-a-dia. O uso de contextos na organização do ensino é, de acordo com aqueles programas, determinantes por razões variadas. Por outro lado, muitas situações do dia-a-dia, quando usadas como contextos, permitem que os conhecimentos científicos sejam percebidos de forma mais significativa e útil, podendo ainda ter um efeito estimulante na motivação dos alunos, entendendo-se esta como a vontade de aprender e a intenção de usar os conhecimentos. Por outro lado, o uso de contextos proporciona a possibilidade de reconhecer e usar conceitos e leis da Física e da Química em situações reais. Acresce, ainda, que do ponto de vista formativo, os contextos proporcionam aos alunos oportunidades de exprimirem as suas ideias e experiências prévias facilitando o seu desenvolvimento, ou a sua reestruturação em direcção a uma abordagem científica correcta, sem menosprezar os seus interesses (DEB, 2001b e DES, 2001).

Em suma, o contexto, no qual se insere o problema, deve ser, segundo Costa *et al.* (2000), uma situação que seja familiar aos alunos, do seu interesse, com relevância tecnológica e/ou social e que permita colocar problemas pertinentes e interessantes e cuja resolução possibilite a construção do conhecimento conceptual e o desenvolvimento processual pretendidos.

### ***2.3 - O ensino e a aprendizagem de conceitos de Física na unidade temática “Da Terra à Lua” e de Química na unidade temática “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”***

#### **2.3.1 - Dificuldades**

Dentro de uma perspectiva construtivista da aprendizagem, que tem gerado nas últimas décadas um forte consenso entre investigadores, um dos pontos básicos a ter em conta no processo de ensino e aprendizagem é o de que o conhecimento é construído pelo aluno, sendo ele que processa esse conhecimento com recurso a ligações com o seu conhecimento prévio. Uma grande parte da pesquisa em Ensino das Ciências, nomeadamente da Física e da Química, realizada desde a década de oitenta, do século passado, tem a ver com esse conhecimento prévio dos alunos, por muitos designado por *concepções alternativas* (Driver, 1981; Leite, 1993; Lopes, 1994 e Neto, 1998).

Os alunos trazem as suas próprias ideias acerca de determinados conceitos no âmbito da Física quando estudam um determinado assunto e, muitas vezes, essas ideias entram em conflito com as que são aceites cientificamente (Cachapuz e Martins, 1991 e Neto, 1998). Na opinião destes autores, a resistência à alteração dessas ideias prévias conduz, diversas vezes, a uma incompreensão total do que está a ser ensinado. Acresce, ainda, segundo estes autores, ser possível que os estudantes rejeitem basicamente os conceitos cientificamente correctos (ensinados pelo professor) que não estejam em harmonia com as ideias prévias que transportam, mas considerem que aqueles devem ser apreendidos apenas para determinados propósitos de avaliação.

Para Watts (1991), corroborado por Neto (1998) e Lopes (2004), os alunos constroem e desenvolvem palavras, significados e experiências dentro de uma construção pessoal e social de Ciência. De facto, a visão que os alunos formam da Ciência não é apenas



resultado da natureza pessoal de cada indivíduo e das suas interações com o mundo físico externo, mas também resultado das interações dele com o seu mundo social próximo, no qual está integrado e onde as interações tomam lugar (Hodson e Hodson, 1998). Por essa razão, é natural que as ideias dos alunos sobre Física em particular e a Ciência em geral se tornem uma amálgama de ideias pessoais, sociais e de ideias veiculadas pelos professores. Assim o processo de resolução dessas contradições não pode começar enquanto os alunos não estiverem alertados para o facto de possuírem alguns conhecimentos iniciais e não sentirem satisfação com esses mesmos conhecimentos (Watts, 1982).

Os conhecimentos prévios deverão ser activados por estímulos que contextualizam a nova informação. Com efeito, é no contexto em que a situação de aprendizagem surge que aparece a relação entre as diferentes informações e que são criadas as condições para a estruturação e organização de novos conhecimentos, pois o estudo alicerçado, fora do seu contexto e do seu conjunto, rejeita os laços e as intercomunicações com o meio, quebrando-se a sistematização (Palma e Leite, 2006).

Em face do supracitado, ao abordar a unidade temática de Física “Da Terra à Lua”, é imperioso prever dificuldades de aprendizagem que, indubitavelmente, emergem do estudo de situações que contemplam interações à distância e de contacto e movimentos próximo da superfície da Terra. De facto, uma vez que noções acerca de posição, variação de posição, instante e intervalo de tempo, velocidade média e velocidade instantânea, aceleração média e aceleração instantânea, força, inércia, movimento, gravidade, entre outras, estão presentes na abordagem daquele tópico, é natural que determinadas ideias, particularmente as de origem sensorial, surjam desajustadas no que concerne à visão cientificamente correcta.

Com efeito, quando os alunos não conseguem identificar a presença de certas forças, como no caso da força de atrito, tendem a desenvolver uma explicação intuitiva dos fenómenos que observam (Gunstone e Watts, 1985).

Tal antevisão é também apoiada por uma vasta pluralidade de autores (Watts, 1982; Neto, 1998; Valente e Neto, 1992; Leite e Afonso, 2000; Díaz, 2002 e Lopes, 2004) que levaram a cabo estudos que permitiram descrever as concepções dos alunos sobre os conceitos atrás referidos. Embora as amostras dos diferentes estudos aqui citados sejam diferentes, é possível encontrar ideias comuns aos vários estudos desenvolvidos.



Por uma questão de sistematização e ordenação, elabora-se a seguir um inventário de concepções espontâneas (típicas) e de dificuldades identificadas nesses estudos, no ensino de conceitos de Física relacionados com a unidade temática “Movimentos na Terra e no Espaço”.

**- Distinção entre valores instantâneos e valores médios**

A propósito do termo “instante”, os alunos encaram este termo como referindo-se a um intervalo de tempo de duração exígua mas, ainda assim, de amplitude não nula (Valente e Neto, 1992). Algo similar ocorre também entre as noções de posição (instantânea) e de variação de posição (deslocamento) ou entre velocidade (instantânea) e variação de velocidade. Esta confusão entre os valores instantâneos e as correspondentes variações ou diferenças constitui um problema de aprendizagem que perpassa toda a Física.

**- Conceito de velocidade e distinção entre velocidade média e velocidade instantânea**

A maior dificuldade com a aprendizagem do conceito de velocidade instantânea está indubitavelmente conectada com a sua definição quantitativa, baseada numa operação de passagem ao limite, isto é, numa taxa de variação (Neto, 1998). Trata-se, na realidade, de uma nuance nem sempre identificável face à ausência de qualquer apoio observacional directo.

Por outro lado, na opinião de Neto (1998) a não apropriação do significado de taxa de variação (neste caso temporal) conduz os alunos a conceberem a velocidade como “deslocamento a *dividir* pelo tempo” e não como “deslocamento *por unidade* de tempo”. Adiciona-se a esta dificuldade o facto de os alunos não lidarem eficazmente com o conceito de *posição instantânea*, antes de serem iniciados nesse ainda mais complexo conceito de velocidade instantânea.

**- Conceito de aceleração**

Os alunos confundem velocidade com aceleração e velocidade com variação de velocidade. Assim, uma das dificuldades dos alunos inerente ao conceito de aceleração prende-se com a relação entre velocidade instantânea e aceleração instantânea. De facto,

em determinado instante a velocidade pode ser nula (por exemplo, no ponto em que um corpo lançado na vertical atinge a altura máxima) sem, todavia, a aceleração instantânea o não ser (Neto, 1998). No entanto, uma grande maioria de alunos considera ser também nula a aceleração nesse instante. A juntar a estas dificuldades, surge a incompreensão, já anteriormente apontada, do conceito de taxa de variação. Na realidade, trata-se agora de compreender uma taxa de variação mais complexa: uma taxa de variação de uma taxa de variação.

**- Conceito de força**

- **Força proporcional à velocidade**

Verifica-se a existência de um princípio causal de força aplicada (nas ideias dos alunos), princípio esse que se denomina de “princípio da proporcionalidade entre força e velocidade” – uma força constante produz uma velocidade constante, podendo essa relação exprimir-se pela fórmula  $F = m \cdot v$  (Neto, 1998). De facto, muitos alunos parecem manifestar a concepção aristotélica: “a força é proporcional à velocidade” em lugar de o ser à aceleração. Tal é corroborado pela constatação de que os alunos, ao observarem o movimento de um objecto, considerarem que a força responsável pelo movimento desse objecto se torna menor à medida que a velocidade do mesmo diminui (Neto, 1998).

- **Força como faculdade exclusiva dos seres vivos (animismo)**

Os alunos consideram que uma força aplicada é sempre um acto de puxar ou de empurrar, exercido por um agente em contacto directo com o corpo em causa (Neto, 1998). Decorre, então, o corolário de que apenas os seres vivos podem actuar como agentes de força, qualidade essa que não assiste aos seres não vivos. Pela mesma razão, também as forças à distância constituem para os alunos entidades misteriosas ou inconcebíveis.

- **Força como propriedade dos objectos**

Os alunos concebem a força como uma propriedade dos corpos, carecendo, assim, do significado de força como entidade interactiva. Com efeito, os alunos adoptam um conceito de força como uma propriedade dos objectos em lugar de a conceptualizarem como resultado da interacção entre corpos (Neto, 1998).

- **Força de atrito**

Para os alunos as forças de atrito cinético e estático são definidas como sendo forças que sempre se opõem ao movimento (caso do atrito cinético) ou à tendência do movimento (caso do atrito estático), movimento este que nunca leva em conta o movimento relativo de deslizamento ou de escorregamento das superfícies em contacto (caso do atrito cinético) ou o eventual ou possível movimento relativo de deslizamento ou escorregamento dessas superfícies, que se produziria na ausência de atrito (caso do atrito estático) (Lopes, 2004).

**- Lei da inércia**

O problema de compreender a Primeira Lei de Newton é que os conceitos e fenómenos abstractos que a configuram estão em conflito praticamente total com a experiência quotidiana (Neto, 1998). Sabemos dessa experiência ser, por exemplo, necessário fazer um esforço para nos movimentarmos. Por isso, convencemo-nos de que é sempre necessária uma força para originar e manter o movimento e que esse movimento se processa sempre na direcção e sentido dessa força (Neto, 1998). A esse propósito e ainda de acordo com o mesmo autor, no que diz respeito, por exemplo, ao movimento vertical ascendente de um objecto, os alunos apresentam a concepção aristotélica de que é necessária uma força ascendente permanente no objecto, durante a subida deste, sendo essa força dada pela mão que atira o objecto e adquirida pelo próprio objecto. O mesmo se aplica a situações de movimento não-vertical, onde os alunos consideram a existência de uma força na direcção e sentido do movimento.

**- Lei da acção e reacção**

Os alunos consideram que se dois corpos estão interagindo para gerar um estado de movimento, um deles tem que exercer uma força maior do que o outro (Neto, 1998 e Lopes, 2004). A este propósito consideram, ainda, que o corpo de massa mais elevada é o que exerce uma força mais intensa. Ora os que defendem estas concepções não compreendem que as forças surgem das interações entre os objectos ou que as forças envolvidas na interacção podem ser descritas em torno da Terceira Lei de Newton (Neto, 1998).

A dificuldade dos alunos com esta Lei emerge também de factores exteriores, nomeadamente dos termos em que ela é formulada: “cada acção tem uma reacção igual e oposta”, “a cada força corresponde uma outra de valor igual e oposta”, “a acção e a reacção são iguais e opostas”, por exemplo. Todas essas formulações conduzem a confusões, particularmente por não sublinharem o facto de serem diferentes os pontos de aplicação do par de forças envolvidas em cada interacção, facto esse que confunde os alunos, sobretudo em casos de interacções de contacto (Neto, 1998).

### **- Movimento**

#### **• Causas iniciadoras do movimento**

De acordo com Neto (1998), os alunos consideram que o movimento de um objecto pode iniciar-se quer por uma acção ou força aplicada ao objecto por um *agente externo* (correspondente ao “motor externo” da teoria aristotélica), quer pela acção da *gravidade*, encarada como uma tendência natural do corpo a cair e não necessariamente como força (correspondente, na teoria aristotélica, a um “motor interno” ou causa natural). Consideram, também, que o estado de repouso é um estado natural dos corpos, isto é, na ausência de forças, cada corpo permanece em repouso (e vice-versa). No que concerne ao movimento vertical, por exemplo, tal como os antigos gregos, os alunos crêem que o movimento de queda é natural e que um objecto pesado, tal como uma esfera ou uma pedra, possui um movimento não natural quando se move para cima. As coisas movem-se para baixo em direcção ao seu lugar natural (visão aristotélica). Por outro lado, sustentam que uma força é incapaz de fazer mover um objecto, a não ser que o seu valor seja superior ao valor do peso do objecto e que o movimento é determinado pela mais intensa das forças (em regra, duas) em competição.

#### **• Causas de manutenção do movimento**

Os alunos sustentam que o movimento pode ser mantido pela acção de *forças aplicadas* ou da *gravidade* (não obrigatoriamente encarada como uma força) ou por *forças internas* ao corpo (quase sempre com um estatuto equivalente ao que era atribuído ao *impetus* na Física Medieval), espécie de agentes activadores de que o corpo está dotado. Consideram,

ainda, que uma força constante é necessária para manter um movimento constante (Neto, 1998).

- **Causas condicionadoras do movimento**

Verifica-se que os alunos entendem que o movimento pode ser dificultado por uma resistência intrínseca ao próprio corpo, por uma acção resistente do meio circundante ou por possíveis obstáculos interpostos no percurso do objecto em movimento (Neto, 1998 e Lopes 2004).

- **Gravidade**

Os alunos consideram que a gravidade é uma força que requer um meio material para actuar através dele e que, na ausência de um meio material, não pode haver gravidade (Watts, 1982). Por isso, não consideram a possibilidade de a gravidade existir no vácuo. Referem, inclusive, que onde não há atmosfera, não há gravidade. Esta ideia tanto pode vir no prolongamento da anterior, como resultar do facto dos alunos sustentarem a ideia de que a atmosfera é a fonte da gravidade. Por outro lado, consideram que a gravidade aumenta com a altura a que o corpo, que a sofre, se encontra relativamente ao solo e que só começa a actuar quando os objectos começam a cair para o solo, deixando de actuar logo que o objecto se encontre em repouso no solo (Neto, 1998). Esta concepção é uma variante da anterior, mas aqui a gravidade só actua quando os corpos descem e não quando eles sobem. Verifica-se, ainda, que os alunos encaram a gravidade como uma força muito grande e selectiva – ela não actua em todas os corpos/objectos da mesma maneira, nem sempre do mesmo modo. Os itens que são mais utilizados para a gravidade actuar são aqueles que são pesados ou inertes. Os que contrariam a gravidade são os mais leves ou activos. Acresce, por fim, a constatação de que para os alunos a gravidade não é peso mas pode actuar em conjunto com o peso para manter as coisas em baixo (Neto, 1998).

- **Tratamento gráfico**

Os alunos têm imensas dificuldades em analisar e interpretar correctamente as informações contidas em gráficos, particularmente gráficos de cinemática (Lopes, 2004). Com efeito, verifica-se que os alunos confundem a altura com o declive das linhas que

estruturam o gráfico; têm tendência para ver o gráfico como uma ilustração em lugar de o verem como uma representação simbólica de informação e, por isso, confundem a forma do gráfico com a forma da trajectória do movimento; confundem a variável dependente com a variável independente; têm dificuldades em retirar informações do gráfico; têm dificuldades em encontrar as relações subjacentes às variáveis expostas no gráfico.

No campo da Química, e relacionado com a unidade temática “ Da atmosfera ao Oceano: soluções da Terra e para a Terra”, também são encontrados estudos (Corrêa e Bastos, 2008; Magalhães e Lemos, 2008 e Sobrinho e Queirós, 2008) que nos revelam algumas concepções alternativas, que os alunos parecem manifestar e que estão relacionadas com conceitos aqui estudados.

#### ***- Ácidos e Bases***

Os alunos consideram que todas as substâncias que apresentam cheiros fortes e marcados são ácidos e são venenosos (Sobrinho e Queirós, 2008). Para reforçar esta ideia, referem que os solos não podem ser ácidos porque neles crescem coisas como os vegetais. Verifica-se também, que os alunos entendem que ácidos fortes originam soluções de maior pH do que os ácidos fracos (Corrêa e Bastos, 2008).

#### ***- Água destilada, água pura e água da chuva***

A propósito do termo “água destilada”, os alunos referem-se a ela como uma água cujo valor de pH é sete (Corrêa e Bastos, 2008). Referem-se à água destilada como uma substância pura, pois para eles, esta é constituída somente por moléculas de água ( $H_2O$ ), (Sobrinho e Queirós, 2008). Concebem também, a chuva normal como uma solução que não apresenta carácter ácido (Corrêa e Bastos, 2008). Com efeito, os alunos consideram que a formação das chuvas ácidas só ocorre onde são produzidos poluentes. Sustentam ainda a ideia, que as chuvas ácidas provocam a corrosão imediata de tudo aquilo em que tocam (Corrêa e Bastos, 2008). Para eles, só os metais são afectados pelos ácidos.

**- A desmineralização da água do mar**

Verifica-se que os alunos entendem a dessalinização como um processo de obtenção de água potável só usado em ilhas muito secas, como Cabo Verde (Corrêa e Bastos, 2008). Para eles, é um processo que se faz sempre por destilação.

**2.3.2 – Sugestões para o ensino de conceitos no âmbito “Da Terra à Lua” e  
“Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”**

No que concerne ao modo de leccionar os conteúdos de Física associados à unidade temática considerada neste estudo “Da Terra à Lua”, é importante estabelecer quais as interdependências entre os conceitos a abordar, a sequência mais adequada para a abordagem (quer em termos de conceitos, quer em termos do tipo de abordagem (qualitativa/quantitativa), que distinções é necessário efectuar e que estratégias específicas devem ser utilizadas.

Não obstante o facto de haver disponível pouca informação acerca de estudos desenvolvidos em sala de aula na área do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (Boud e Feletti, 1997; Chang e Barufaldi, 1999); alguns autores (Watts, 1982; Brasell, 1987; Maloney, 1990; Lopes, 1994; Neto, 1998 e Palma e Leite 2006); baseados na identificação de determinadas concepções dos alunos e na existência de certas dificuldades de aprendizagem de conceitos associados ao tema em estudo, sugeriram algumas recomendações que devem ser tidas em consideração pelos professores na condução dos processos de ensino, com o intuito de promover uma aprendizagem mais significativa daqueles conceitos. Assim, começam por chamar a atenção para a importância de criar na sala de aula um ambiente que fomente a apresentação de ideias e a discussão das mesmas. De acordo com esses autores, aos alunos deve ser concedida a oportunidade de debater as suas ideias, para que surjam conflitos que lhes possibilitem aperceberem-se dos indícios que evidenciam a fragilidade de muitas dessas ideias. Com efeito, o próprio ensino orientado para a aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas assenta na existência de debates em torno dos problemas trabalhados nas aulas.

No que respeita ao modo de iniciar o estudo de determinado tema no âmbito da Física, Gunstone e Watts (1985) sugerem ensinar sem recurso a uma abordagem quantitativa que

orbite exclusivamente em torno de determinados algoritmos. Na opinião destes autores, nessas fases iniciais devem usar-se sobretudo aproximações qualitativas, aspectos que também é corroborado por Lopes (1994) e Neto (1998).

Neto (1998) sugere que se deve ter como ponto de partida um tratamento essencialmente qualitativo, explorando todo o tipo de conexões julgadas adequadas, de forma a que o aluno vá caminhando progressivamente para relações mais do tipo quantitativo, particularmente para a relação matemática que exprime a Segunda Lei de Newton. Na opinião deste autor a “Física qualitativa” justifica-se, por exemplo:

- ✓ Permitir o acesso à “Física quantitativa”, ou seja, para se operar com fórmulas de modo significativo, necessita-se de uma sólida base de conhecimento qualitativo, sem a qual é possível que se saibam fórmulas sem, todavia, se saber Física;
- ✓ Em muitas situações, a compreensão qualitativa é, só por si, suficiente para fornecer uma explicação física adequada e, até, para resolver situações problemáticas.

No que diz respeito ao modo como os conceitos de Física associados à unidade temática “Da Terra à Lua” se articulam é importante, numa primeira fase, tornar explícito que as entidades particulares em estudo são *partículas* (corpos de dimensões suficientemente reduzidas para que possam ser consideradas como pontos materiais) e *sistemas de partículas*, incluindo corpos rígidos (Neto, 1998). Deve, além disso, incluir-se a referência explícita a duas categorias especiais de conceitos necessários à descrição das propriedades dessas partículas. Uma dessas categorias, relacionadas com as partículas consideradas individualmente, contempla conceitos que descrevem as características intrínsecas dessas partículas (por exemplo, “massa”) e outros que se relacionam com a descrição do movimento das partículas (por exemplo, “posição”, “velocidade” e “aceleração”); a outra categoria de conceitos diz respeito à interacção entre partículas e inclui conceitos como, por exemplo, o de “força”.

Estas interligações entre os conceitos que estruturam o corpo de conhecimentos a leccionar no âmbito do tema em questão devem ainda contemplar referências às diversas leis de interacção, as quais deverão especificar como é que os conceitos associados a interacções se relacionam com os conceitos associados a movimento; devem, além disso, incluir as diversas interacções existentes na natureza, sejam elas de contacto ou à distância (Neto, 1998).



Por último, a base do conhecimentos a construir deverá também contemplar importantes princípios do movimento que especificam como é que o movimento das partículas pode ser influenciado em resultado das interacções entre elas – por exemplo, a “Segunda Lei de Newton” que relaciona a aceleração a que uma partícula está sujeita com a interacção global (força resultante) que a produz (Neto, 1998).

Neto (1998) considera ainda que, dado o papel central que a “Segunda Lei de Newton” (relação fundamental da dinâmica) desempenha na mecânica, vale a pena realçar a importância de se saber explicitar as condições em que uma lei deve ser aplicada. Nestas circunstâncias, relevam-se com interesse particular para o nível de ensino em que decorreu este estudo, as seguintes:

- conhecimento do significado físico dos conceitos de força, força resultante, massa e aceleração;
- conhecimento de que as forças provocam aceleração e não o contrário;
- conhecimento de processos de determinação da resultante de um sistema de forças;
- conhecimento das leis fundamentais do movimento;
- compreensão de que a utilização consciente da “Segunda Lei” pressupõe a compreensão efectiva da “Terceira Lei”, lei essa que configura o significado de força como interacção.

Em relação a este último ponto, considera-se que o estudo do conceito de força e do binómio força-movimento, sendo os objectivos polarizadores da unidade “Da Terra à Lua”, deve ser feita com alguma precaução. Segundo Maloney (1990), se se pretende que os alunos realmente entendam o conceito físico de força, então devem ser ajudados a compreender que todas as forças resultam de interacções que envolvem sempre um agente (que exerce a força) e um objecto (no qual a força é exercida) que, por sua vez, exerce uma força sobre o agente.

No que respeita ao modo de iniciar o estudo de conceitos relacionados com a unidade temática “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”, nomeadamente “chuvas ácidas”, Corrêa *et al.* (2008) sugere que se comece por recordar que o valor 5,6 do pH da água da chuva normal se deve à presença de dióxido de carbono na atmosfera, para depois caracterizar o pH e a acidez de chuvas ácidas, à temperatura de 25°C. Parece-lhes importante ainda referir a transnacionalidade da poluição e as chuvas alcalinas na orla do mar Mediterrâneo. Por seu lado, identificar a origem das emissões dos óxidos responsáveis pela acidificação da chuva e relacionar o pH da chuva ácida com a presença, na atmosfera,

desses poluentes, é bastante importante. Reforçam também a temática da transnacionalidade da poluição para evidenciar a necessidade do estabelecimento de acordos internacionais que diminuam os problemas ambientais e, nomeadamente, o problema da chuva ácida e seu impacto ambiental. Sugerem, finalmente, um estudo qualitativo, de trabalho de grupo, debates e pesquisa.

Para o estudo da desmineralização da água do mar, Magalhães e Lemos (2008) sugerem a realização de um debate sobre a distribuição de água no Planeta Terra, levando os alunos a concluir sobre a pequena percentagem existente de água potável utilizável, bem como a análise de gráficos «A dessalinização no Mundo», para verificar o aumento de capacidade de dessalinização instalada e a distribuição geográfica da mesma.

Por fim, todos os conceitos associados às duas unidades temáticas, de Física e de Química, devem surgir, na opinião de Leite (1993), Lopes (1994 e 2004) e Neto (1998), em estreita ligação com o mundo quotidiano. Nós partilhamos desta opinião.

---

## **CAPÍTULO 3**

### *Metodologia*

### ***3.1- Introdução***

Este capítulo debruça-se sobre a descrição e justificação da metodologia utilizada no decurso da investigação desenvolvida. Desse modo, o capítulo inicia-se com uma descrição sumária do estudo realizado (3.2). Passa-se, de seguida, à descrição da abordagem de ensino e aprendizagem implementada na turma (3.3), com uma caracterização geral (3.3.1) seguida de uma descrição das actividades conducentes à preparação da abordagem de ensino e aprendizagem proposta (3.3.2) e, por fim, efectua-se uma descrição das estratégias aplicadas à turma na 1ª e 2ª fases desta investigação (3.3.3).

Seguidamente, faz-se a caracterização da amostra (3.4), justifica-se a selecção das técnicas de recolha de dados utilizadas na 1ª e 2ª fases da investigação (3.5) e descreve-se a construção e validação dos instrumentos de recolha de dados em ambas as fases da investigação (3.6). Por último, descreve-se o processo de recolha de dados (3.7), bem como o seu tratamento e análise (3.8).

### ***3.2 - Descrição do estudo***

A metodologia de qualquer estudo de investigação deve ser definida com base nas questões que se pretendem investigar, na medida em que são estas que determinam o quadro conceptual e a metodologia a seguir. Desta forma, a investigação pode adquirir um cariz quantitativo, qualitativo ou ainda a conjugação de ambos.

Segundo Rocha (1999), o investigador que se coloca na perspectiva quantitativa valoriza mais os resultados que os processos, acredita na objectividade da avaliação e coloca-se fora da subjectividade dos fenómenos educativos valorizando mais o carácter estável do que dinâmico da realidade educativa. Por sua vez, um investigador que recorre à investigação qualitativa considera a educação sempre ligada a valores, problematiza a objectividade, valoriza mais os processos do que os resultados e mais o carácter dinâmico e subjectivo da realidade educativa.

Embora o paradigma qualitativo esteja a ser mais utilizado do que o quantitativo, um grande número de autores chama a atenção para as vantagens que se podem obter com a combinação de métodos vindo dos dois paradigmas (Fragoso, 2000), como aconteceu com este estudo que recorreu à técnica de inquérito por questionário, mais utilizada nos estudos quantitativos, e a técnica de entrevista, mais utilizada nos estudos qualitativos.

Assim, com o intuito de satisfazer os objectivos desta investigação e obter resposta à questão de estudo, expressa no capítulo 1, organizou-se e concretizou-se um estudo de caso, inserido no paradigma predominantemente qualitativo com a contribuição de aspectos quantitativos, aplicado a uma turma do 11º ano do curso de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário, submetida a uma abordagem orientada para Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

Este estudo foi planificado de modo a possuir duas fases distintas de acordo com as diferentes finalidades: na primeira fase, trabalhada com conteúdos de Física, foram elaborados documentos e definidas estratégias que serviram de suporte à leccionação da unidade temática “Movimentos na Terra e no Espaço”. Foi também construído um teste de conhecimentos, que foi aplicado à turma antes do ensino e aprendizagem (pré-teste), com o qual se pretendia caracterizar o estado inicial dos alunos e, depois da implementação do ensino e aprendizagem em causa, foi novamente resolvido pelos alunos o mesmo teste (pós-teste), a fim de se poder avaliar os resultados desta abordagem de ensino e aprendizagem.

Foi também construído um questionário de opinião que no final da leccionação desta unidade de Física, e a fim de alcançar o terceiro objectivo do estudo, foi aplicado aos alunos da turma. Pretendia-se aferir a opinião destes no que concerne às dificuldades que sentiram, às vantagens que encontraram e ao modo como vivenciaram a aprendizagem nesta perspectiva de ensino.

Por seu lado, esta fase funcionou para a professora investigadora-autora como um estudo exploratório: visava essencialmente avaliar os documentos elaborados quanto à sua clareza e relevância informativa, assim como à abordagem orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

Na segunda fase, todo o processo foi repetido, mas agora beneficiando das indicações referidas na primeira fase deste estudo, com os devidos ajustes e correcções, visto que esta foi validada posteriormente à sua aplicação por peritos de Educação em Ciências.

Esta fase foi aplicada à leccionação da componente de Química na unidade temática “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra” na sub-unidade “Chuva “normal”, chuva ácida”.

No final, para conhecer as opiniões dos alunos acerca da referida abordagem de ensino e aprendizagem, foi feita uma entrevista, utilizando a técnica da entrevista de grupo focal, “*Focus Group*”.

Os dados obtidos na primeira fase serão também considerados aquando da análise dos dados da segunda fase, permitindo assim o exercício de um cruzamento confirmatório e/ou infirmatório.

No estudo desenhado, faz-se ainda uma descrição, do caso estudado e, a partir desta, formulam-se interpretações acerca da realidade estudada as quais sustentem as conclusões e implicações da investigação (Correia e Pardal, 1995 e Carmo e Ferreira, 1998). Para Bell (2004), o método de estudo de caso é o mais adequado para investigadores isolados, uma vez que possibilita o estudo de determinado aspecto em tempo reduzido.

Tendo em conta o referido, optou-se por esta metodologia como sendo a mais adequada à nossa investigação, na qual a professora investigadora e autora assumiu o papel de investigadora participante. No entanto, conforme dizem Carmo e Ferreira (1998), a validade e a fiabilidade dos dados depende em grande parte da sensibilidade, conhecimento e experiência do investigador, tornando-se a sua objectividade um problema da investigação qualitativa. Assim, torna-se imperioso definir previamente o grau, bem como o modo de participação do investigador. É que, ao praticar a observação participante, o observador integra a vida do grupo e insere-se nas suas actividades. Contudo, na presente investigação a participação da professora investigadora surgiu de uma forma natural, devido ao facto de ser a professora titular da turma que constituiu o grupo de estudo.

### ***3.3 - Abordagem de ensino e aprendizagem aplicada à turma***

#### **3.3.1 - Caracterização geral**

Na abordagem de ensino e aprendizagem que se implementou na turma, desempenharam papel fundamental os referentes teóricos patentes no capítulo 2. Com efeito, a abordagem de ensino e aprendizagem que enforma esta abordagem, orientada para um ensino e Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, foi edificado com base numa hibridação dos modelos de Barrows e Tamblyn (1980) e Duch (1996), que assenta numa estrutura tetraangular *Pesquisar / Resolver / Criar / Partilhar*.

A selecção do contexto que subjaz a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem aplicada à turma, foi realizada tendo em vista o aparecimento dos problemas que permitissem abordar os conceitos relacionados com as unidades temáticas “Movimentos na Terra e no Espaço” e “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”. Woods (2000) e Lambros (2004) preconizam a utilização de notícias extraídas quer de revistas quer de periódicos de informação, num contexto problemático que possa promover o aparecimento de questões-problema. Também para Camill (2000), a escolha de um artigo ou de uma notícia extraída de um jornal constitui um modo adequado de iniciar a abordagem de uma determinada unidade temática, se estamos interessados em promover o debate e o aparecimento de problemas.

Com alicerce nos modelos propostos por Barrows e Tamblyn (1980), Duch (1996), Chang e Barufaldi (1999) e Lambros, (2002, 2004) sobre o ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, e respeitando as orientações programáticas da DES (2001), a abordagem de ensino foi conduzida de forma a que:

- o ensino e aprendizagem surtissem de um contexto problemático;
- a aprendizagem se efectivasse no decurso de um processo contínuo de desenvolvimento e mudança (conceptual e atitudinal), no qual as interacções com as questões-problema e com o contexto problemático assumissem particular importância;
- os alunos pudessem desempenhar um papel central na construção do conhecimento;
- os alunos pudessem identificar as suas próprias necessidades de aprendizagem e capacidades de identificação/uso adequado de fontes de pesquisa;
- a intervenção da professora se centrasse prioritariamente na reflexão sobre a actuação dos alunos e na identificação das dificuldades por estes evidenciadas, ajudando-os na tomada de consciência do seu próprio conhecimento e na construção de um estilo pessoal de actuação;
- os conceitos de Física e de Química não fossem apresentados desligados, mas em lugar disso estivessem articulados e disponíveis para o estudo à medida que se iam relacionando com o problema;
- na organização das aulas os aspectos teóricos e prático/experimental estivessem presentes, bem como os conteúdos básicos da Física e da Química, isto é, os seus conceitos, modelos, leis e teorias;

- se aumentasse o domínio real de aplicabilidade dos conhecimentos associados às áreas temáticas "Movimentos na Terra e no Espaço" na componente de Física (1ª fase do estudo) e "Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra" na componente de Química (2ª fase do estudo);
- fosse facilitado o desenvolvimento cognitivo, estruturado de acordo com os interesses dos alunos, o processo de aquisição de conhecimentos, através de situações-problema do quotidiano e da sua relação com os conhecimentos científicos relevantes para a compreensão e explicação daqueles e a percepção do papel que cada indivíduo tem de desempenhar na vida do dia-a-dia face à sociedade, tanto no presente como no futuro.

Importa também referir que, ao contrário da abordagem de ensino tradicional, o ensino e aprendizagem numa perspectiva de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, não teve como matriz uma planificação pré-definida. As acções desenvolvidas, embora previstas, basearam-se essencialmente na flexibilidade e na adaptabilidade às múltiplas derivações de percurso, inexoravelmente decorrentes do carácter dinâmico característico da perspectiva de ensino objecto deste estudo.

### **3.3.2 - Actividades conducentes à preparação da abordagem de ensino e aprendizagem proposta**

Com o intuito de validar a abordagem de ensino e aprendizagem cuja aplicabilidade e eficácia se pretendem avaliar, foram elaborados vários contextos problemáticos, a partir dos quais deveriam emergir questões-problema que se desejavam ver resolvidas pelos alunos. Estes contextos foram seleccionados e preparados pela professora investigadora de modo a que os alunos levantassem questões relacionadas com os objectos de ensino propostos pelo DES (2004) e simultaneamente desenvolvessem algumas competências gerais: hábito de leitura, reflexão, interacção a partir do trabalho cooperativo e da investigação da pesquisa escolar.

Assim, a professora investigadora-autora, na primeira fase, recolheu diversas notícias e informação procedentes de um vasto leque de fontes disponíveis como por exemplo: jornais, revistas, um filme. Decidiu optar pela utilização de uma situação criada pela equipa CSI: *Crime Scene Investigation*. Esta situação foi incluída numa ficha de trabalho e



submetida à apreciação numa turma do 11º ano de escolaridade não pertencente à professora investigadora. Com esta actuação, procurou-se não só analisar o interesse dos alunos pelo contexto escolhido, como também recolher questões formuladas pelos alunos de modo a prever o tipo de dúvidas que os alunos participantes na investigação poderiam vir a colocar a partir da situação criada que integrava essa ficha de trabalho.

Dado que o tipo de questões levantadas pelos alunos nas duas turmas foi bastante diversificado, além de adequado para o tipo de estudo que se pretendia efectivar, considerou-se este documento um meio susceptível de ser usado para iniciar a abordagem da unidade “Movimentos na Terra e no Espaço”, por via de um ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Desse modo, aplicou-se a ficha de trabalho (Anexo III) na sessão de abertura do ensino e aprendizagem da unidade temática em causa.

Na segunda fase, foi utilizado um processo semelhante, tendo como referente as indicações que emergiram da primeira fase que, entretanto, foi validada por especialistas da Educação em Ciência (Anexo VI).

Assim, com o intuito de criar um contexto problemático capaz de gerar problemas e questões de interesse dos alunos, recolheram-se diversas notícias procedentes de várias fontes. Para a unidade da componente de Química, “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”, foi seleccionada uma série de imagens relacionadas com a distribuição da água na Terra e o efeito de poluentes na atmosfera. Voltou a submeter-se a sua apreciação numa turma do 11º ano de escolaridade não pertencente à professora investigadora. Procurou-se, de novo, não só analisar o interesse dos alunos pelo contexto escolhido, como também recolher questões por eles formuladas de modo a prever o tipo de questões que os alunos participantes na investigação iriam colocar a partir do contexto seleccionado. Aplicou-se este documento, Anexos VIII e IX, na sessão de abertura no ensino e aprendizagem da unidade temática em causa.

### **3.3.3 - Descrição das estratégias de ensino e aprendizagem aplicadas à turma**

#### ***1ª fase do estudo***

Tomando como referentes os estudos de Chang e Barufaldi (1999), Chin e Chia (2004) e Barell (2007) (capítulo 2, ponto 2.2.4 e 2.2.5), a professora investigadora, em conjunto com os alunos, formou os grupos de trabalho que deveriam funcionar durante a implementação do ensino e aprendizagem orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

Tendo por base a importância de criar grupos de trabalho com um número restrito de elementos constituintes, a fim de incrementar o nível de participação dos alunos e a criatividade necessária para abordar situações não familiares e abertas (Lopes, 1994; Neto, 1998 e Lambros, 2004), formaram-se sete grupos de trabalho de quatro elementos cada.

Posteriormente, a cada grupo foi distribuída a ficha de trabalho referida no ponto precedente e apresentada no Anexo III. Os alunos foram então incentivados a ler a situação criada e formular questões que considerassem importantes e que pudessem ajudar a equipa do CSI a resolver o problema.

Algumas questões levantadas pelos alunos foram as seguintes:

1. O que significa a sigla GPS?
2. Como funciona o GPS?
3. Será possível a utilização do GPS em qualquer ponto do Planeta e sob quaisquer condições meteorológicas?
4. Quais as vantagens/desvantagens dos veículos estarem equipados com sistema GPS?
5. Poderá o sistema GPS contribuir para uma diminuição do número de acidentes rodoviários?
6. O que levou ao despiste do carro?
7. O valor que o velocímetro indicava permitirá saber o tipo de movimento do carro?
8. Porque é que o carro não conseguiu descrever a curva?
9. O que originou a diminuição da velocidade do carro?
10. De que modo a observação das marcas deixadas na estrada e o local onde se encontra imobilizado o automóvel, poderá ajudar a determinar o seu movimento?

Considerou-se que as Questões seleccionadas, e as que delas poderiam emergir, eram suficientes para abordar os conteúdos fundamentais da unidade temática em estudo “Movimentos na Terra e no Espaço”: “Viagens com GPS”, “Interacções à distância e de contacto”, “Leis de Newton” e “Movimentos próximos da superfície da Terra”.

De seguida, cada um dos grupos de trabalho definiu estratégias de pesquisa, identificou tarefas a realizar e implementou-as com vista a encontrar respostas para as questões. Alguns materiais recolhidos e actividades práticas desenvolvidas pelos alunos encontram-se referenciados na Tabela 3.1

**Tabela 3.1** - Materiais recolhidos e actividades práticas desenvolvidas na 1ª fase do estudo

	<b>Materiais recolhidos na etapa de pesquisa</b>	<b>Actividades práticas desenvolvidas pelos alunos</b>
<p><b>1ª fase do estudo</b></p> <p>Componente de Física – “Movimentos na Terra e no Espaço”</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Artigos e notícias sobre utilização de GPS – as fontes foram: revistas, jornais e “sites” na Internet.</li> <li>▪ Artigos sobre stress provocado pelos problemas de tráfego.</li> <li>▪ Artigos sobre tempo médio gasto pelos portugueses para chegar ao emprego e relação custo “versus” transporte utilizado – recolhidos em revistas e jornais.</li> <li>▪ Artigos sobre as estradas mais perigosas do país – revistas.</li> <li>▪ Artigos científicos – recolhidos em livros científicos, manual escolar e sites na Internet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análise e resolução das fichas orientadoras, fornecidas pela professora. (anexo XII)</li> <li>▪ Consulta do site da revista “<i>Exameinformatica</i>”</li> <li>▪ Consulta do site <a href="http://www.esa.int">www.esa.int</a>. – sistema de navegação europeu Galileu.</li> <li>▪ Análise de um artigo da revista <i>Focus</i>, Março de 2007</li> <li>▪ Análise de uma notícia do <i>Jornal de notícias</i>, 30 de Agosto de 2006</li> <li>▪ Pesquisa na biblioteca da escola e na biblioteca municipal.</li> <li>▪ Utilizar o GPS – actividade de campo.</li> <li>▪ Análise de textos sobre o: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ filósofo grego Aristóteles;</li> <li>○ físico e astrónomo Galileu Galilei;</li> <li>○ físico inglês Isaac Newton.</li> </ul> </li> <li>▪ Actividades laboratoriais.</li> </ul>

Esta fase do estudo, decorreu de Setembro a Dezembro, com alunos do Ensino Secundário, na Escola Secundária de Estarreja com 3º Ciclo do Concelho de Estarreja do Distrito de Aveiro.

### ***2ª fase do estudo***

Nesta fase, foram seleccionadas algumas sub-unidades de Química, da unidade “ Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”. Os alunos continuaram a trabalhar nos mesmos grupos e a cada um foi distribuída uma ficha com contextos problemáticos, referida no ponto precedente a apresentada nos Anexos VIII e IX.

Seguiu-se estratégia semelhante à da fase anterior. As questões formuladas pelos alunos foram as seguintes:

1. Estará a água distribuída de igual modo em todo o Planeta Terra?
2. Países que apresentam excesso de água poderão vir a ter problemas de falta de água?
3. Como poderá o Ser Humano utilizar a água do mar em seu proveito?
4. Como se formam as chuvas ácidas?
5. Qual a origem dos poluentes que dão origem às chuvas ácidas?
6. Quando começaram as chuvas ácidas a ser um problema ambiental?
7. São visíveis os efeitos da chuva ácida em Portugal? De que forma?
8. Que efeitos directos pode ter a chuva ácida nos Seres Humanos?
9. Que efeitos indirectos (qualidade dos alimentos, da água, do ar, ...) podem ter a chuva ácida na saúde humana?

Considerou-se que as questões seleccionadas, e as que delas poderiam emergir eram suficientes para abordar alguns conteúdos fundamentais da unidade temática em estudo, “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”, “A água na Terra e a sua distribuição: problemas de abundância e de escassez”; “Chuvas ácidas: Impacto em alguns materiais”; “A desmineralização da água do mar”.

Foram apresentados aos alunos os seguintes temas:

- ✓ A água na Terra e sua distribuição: problemas de abundância e de escassez.
- ✓ O impacto social das secas prolongadas na agricultura.
- ✓ O impacto social dos pesticidas na qualidade da água.

- ✓ Chuvas ácidas: como se formam, como se controlam e como se corrigem.
- ✓ Impacto da chuva ácida em alguns materiais.
- ✓ A desmineralização da água do mar: dessalinização e correcção da salinização.

Cada um dos grupos de trabalho escolheu um tema e definiu estratégias de pesquisa, identificou tarefas a realizar e implementou-as com vista a encontrar respostas para as questões colocadas inicialmente pela turma e que vão ao encontro do objecto de ensino neste ano de escolaridade, o 11º ano.

Os materiais recolhidos e actividades práticas desenvolvidas pelos alunos encontram-se referenciados na Tabela 3.2.

**Tabela 3.2** - Materiais recolhidos e actividades práticas desenvolvidas na 2ª fase do estudo

	<b>Materiais recolhidos na etapa de pesquisa</b>	<b>Actividades práticas desenvolvidas pelos alunos</b>
<p><b>2ª fase do estudo</b></p> <p>Componente de Química – “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Artigos e notícias sobre problemas de abundância e escassez de água a nível mundial e desmineralização da água do mar – as fontes foram: revistas, jornais e “sites” na Internet</li> <li>▪ Para a temática “chuvas ácidas”: como se formam, como se controlam e como se corrigem, bem como o seu impacto em alguns materiais, as fontes foram: revistas, jornais e “sites” na Internet, artigos científicos recolhidos em livros científicos e manual escolar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análise e resolução das fichas orientadoras, fornecidas pela professora. (anexo XII)</li> <li>▪ Consulta de sites (anexo XII)</li> <li>▪ Pesquisa na biblioteca da escola e na biblioteca municipal.</li> <li>▪ Actividades laboratoriais (anexo XII)</li> </ul>

As várias etapas desenvolvidas pelos alunos na resolução das suas actividades (1ª e 2ª fases do estudo), no sentido de encontrarem respostas para as questões colocadas, assim como o papel desempenhado pela professora durante essas actividades, estão descritos na Tabela 3.3. Esta organização foi estruturada, tendo como referente os estudos de vários autores (West, 1992; Cruz e Valente, 1993; Neto, 1998; Chang e Barufaldi, 1999; Leite e Afonso, 2001 e Palma e Leite, 2006), referidos no capítulo 2, ponto 2.2.5.

**Tabela 3.3** – Estratégia implementada na ABRP às unidades temáticas em estudo

Ensino e Aprendizagem Baseado na Resolução de Problemas	Etapas	Os alunos	A professora
	Planificação de estratégias	Planificam as linhas gerais para responder às questões Identificam fontes de informação a aceder Distribuem as tarefas no seio do grupo	Orienta o trabalho dos alunos Promove a cooperação em lugar da competição
	Pesquisa	Mobilizam-se em diversas vertentes de investigação Recolhem informação em artigos de revistas/jornais/livros científicos pesquisa em “sites” na Internet Simulação no laboratório Recolha de informação junto das entidades Concelhias	Assegura informação necessária para a consecução das questões Incentiva os alunos a identificar e localizar a informação relevante Encoraja os alunos a reflectir no que aprenderam durante o processo de pesquisa desenvolvido Clarifica conceitos.
	Implementação	Executam as tarefas planeadas Seleccionam a informação no sentido de responder às questões Interpretam os resultados Encontram soluções e analisam limites de validade dessas soluções e as implicações das aproximações efectuadas	Orienta o trabalho dos alunos Clarifica conceitos dentro do tema central. Estes podem abranger desde o estudo de um conceito, lei, uma actividade experimental, ou aprender a trabalhar com um aparelho sofisticado (digitímetros e sensores de movimento)
	Identificação/ resolução de subproblemas	Identificam os subproblemas que emergem da tentativa de responder à questão principal Repetem o ciclo de trabalho nestes subproblemas.	Ajuda os alunos a identificar os subproblemas
	Apresentação / discussão dos resultados	Apresentam as conclusões à turma Discutem as soluções encontradas Avaliam as várias soluções	Gere os debates Privilegia modos de interacção na turma capazes de promover a participação, a discussão, a partilha de ideias e o exercício do pensamento crítico/autocrítico
	Síntese e avaliação do processo	Verificam se todos os problemas inicialmente formulados foram resolvidos (ou se não têm solução) Sintetizam os conhecimentos obtidos e/ou desenvolvidos Avaliam todo o processo de resolução dos problemas	Ajuda os alunos a proceder a uma síntese, sistematizando os conhecimentos conceptuais, procedimentais e atitudinais obtidos e/ou desenvolvidos

### **3.4 - População e amostra**

Atendendo aos objectivos deste estudo, a população é constituída por todos os alunos que frequentam a disciplina de Física e Química A, do 11º ano de escolaridade no Ensino Secundário em Portugal.

A amostra é constituída por uma turma do 11º ano de escolaridade da Escola Secundária de Estarreja. A idade média dos intervenientes no estudo é de 16 anos.

A amostragem, operação que consiste em tomar um certo número de elementos no conjunto de elementos que queremos estudar – população -, tem de obedecer a determinados critérios para que, a partir da amostra, se obtenham resultados com os quais possamos tirar conclusões fidedignas sobre a população. Para o efeito, é necessário considerar uma amostra representativa da população, o que só não acontecerá se não houver qualquer razão para pensarmos que os caracteres em estudo se distribuam de forma diferente na amostra e na população (Gall e Borg, 2003). Assim, facilmente se depreende que ao escolher uma turma de um determinado contexto económico-social, se possam introduzir erros sistemáticos de análise decorrentes dessa limitação.

Contudo, embora tendo consciência de que, de acordo com Gall e Borg (2003), um erro comum em investigação educacional consiste em investigar indivíduos pertencentes a uma determinada população apenas porque eles estão disponíveis, a formação dos grupos envolvidos no estudo não pôde ser concebida de forma aleatória, na medida em que se dispunha da turma já constituída pelo Conselho Executivo da escola onde decorreu o estudo. Desse modo, este imponderável inicial impossibilitou que, na escolha da amostra a usar, se fizessem o controlo de variáveis importantes tais como competência inicial em resolução de problemas qualitativos e quantitativos, competência metacognitiva, conhecimento declarativo e processual em Física e Química, aptidões e capacidades específicas favoráveis à aprendizagem daquela disciplina – corporizadas, por exemplo, no seu nível de pensamento lógico ou nos seus estilos epistémicos, o que, segundo Neto (1998), é desejável na constituição de uma amostra estatística.

### 3.5 - Selecção e justificação das técnicas de investigação

Na escolha do tipo de técnicas a incluir no processo de recolha de dados procurou-se diversificar o leque de opções a activar. Desse modo, usaram-se técnicas de recolha de dados aplicadas na 1ª e 2ª fases que se encontram descritas na Tabela 3.4.

**Tabela 3.4** - Técnicas de recolha de dados aplicadas no estudo

Instrumentos de recolha de dados		1ª fase			2ª fase		
		antes	durante	após	antes	durante	após
Questionário	Teste de conhecimentos de Física	X		X	X		X
	Teste de conhecimentos de Química						
	Teste de aferição de desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas.	X		X		X	
	Opinião			X			
Observação	Notas de campo		X			X	
	Diários de aula elaborados pela professora investigadora		X			X	
Entrevista	“Focus Group”						X

No que concerne à técnica de recolha de dados por observação, utilizaram-se instrumentos (notas de campo e diários de aula), na 1ª e 2ª fase, relacionados com a necessidade de inventariar dificuldades sentidas na condução de um ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

Tratou-se de uma observação participante (Quivy, 1992 e Correia e Pardal, 1995) e não estruturada, no caso das notas de campo, uma vez que não se criaram grelhas específicas para essas observações. Estas serviram essencialmente para se esclarecer as posições dos alunos em relação à perspectiva de ensino e aprendizagem implementada pela professora investigadora-autora, para identificar a presença de eventuais constrangimentos cognitivos



e afectivos (dificuldade, frustração, falta de motivação, antipatia, etc), derivados da natureza dos problemas que os alunos enfrentavam e para clarificar determinadas atitudes e comportamentos dos mesmos no decurso do processo de ensino e Aprendizagem Baseados na Resolução de Problemas.

Por seu lado, os diários de aula serviram essencialmente como documento reflexivo da professora investigadora. Foram sendo elaborados no final de cada aula, altura em que a professora registou percepções e sentimentos, quer da própria quer dos alunos.

Na 2ª fase, foi feita uma entrevista utilizando a técnica de entrevista de grupo focal, que se revelou muito importante para o estudo, pois permitiu à professora investigadora examinar aspectos mais profundos e subjectivos do tema em estudo. É uma técnica aplicada a pesquisas qualitativas, menos estruturadas, proporcionando um relacionamento mais longo e flexível entre o pesquisador e os entrevistados, e lidam com informações mais subjectivas, amplas e com maior riqueza de detalhe do que os métodos quantitativos (Caplan, 1990). Com esta entrevista, pretendeu-se confirmar as opiniões dos alunos em relação ao questionário de opinião aplicado na 1ª fase do estudo, e inferir do grau de satisfação/insatisfação manifestada pelos alunos quanto à abordagem de ensino e aprendizagem aplicada à turma.

### ***3.6 - Instrumentos de recolha de dados: elaboração e validação***

Importa referir que todos os instrumentos (testes de conhecimentos de Física e de Química, testes de aferição de desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas, questionário de opinião e guião da entrevista) foram elaborados e adaptados pela própria investigadora. Impunha-se, por isso, a sua testagem prévia, quer no que concerne a aspectos relacionados com o conteúdo, quer no que diz respeito à sua adequação aos objectivos pré-definidos. Em seguida, procede-se a uma descrição detalhada da elaboração e validação de cada um destes instrumentos.

### 3.6.1- Teste de conhecimentos de Física – 1ª fase do estudo

A Tabela 3.5 traduz as finalidades que se pretendem atingir com a implementação do teste de conhecimentos de Física.

**Tabela 3.5** - Finalidades do teste de conhecimentos de Física - 1ª fase

Teste de conhecimentos de Física		Finalidades
Teste de conhecimentos de Física	Antes da aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem em estudo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar concepções dos alunos sobre conceitos de Física na área temática “Movimentos na Terra e no Espaço”</li> <li>• Conhecer dificuldades dos alunos na interpretação dos fenómenos físicos incluídos nessa área temática</li> </ul>
	Após a aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem em estudo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir avaliar a evolução das concepções dos alunos sobre conceitos de Física na área temática “Movimentos na Terra e no Espaço”</li> <li>• Avaliar a evolução dos alunos na interpretação dos fenómenos físicos integrados nessa área temática</li> </ul>

A construção deste teste teve por base a análise dos programas de Ciências Físico-Químicas para o 9º ano de escolaridade (DEB, 2001b), Física e Química A do 11º ano (DES, 2001), os manuais escolares adoptados nestes dois anos de escolaridade, e na revisão de alguns estudos (Barneto e Arias, 1993; Lopes, 1994 e Neto, 1998) sobre dificuldades dos alunos relacionadas com o tema a leccionar.

O teste é, assim, constituído por um conjunto de 11 questões envolvendo vários assuntos no âmbito da unidade temática “Movimentos na Terra e no Espaço”. Essas questões podem ser classificadas em dois tipos: umas de tipo fechado, outras de escolha múltipla. Tendo em consideração, segundo Tamir (1990), que as questões de escolha múltipla, não obstante a constatação do seu uso frequente em estudos de natureza educacional, são frequentemente referidas como responsáveis pela obtenção de resultados

superficiais e pela limitação do inquirido exprimir de forma livre o seu modo de pensar, entendeu-se acrescentar um pedido de justificação para a resposta seleccionada. De acordo com Barneto e Arias (1993), em ambos os tipos de questão, optou-se, ainda, por adicionar um parâmetro referente à certeza na resposta que o aluno teria, numa escala de 0 (certeza nula) e 5 (certeza absoluta). Entendeu-se que, desse modo, era possível, quer nos casos em que o aluno mantinha a justificação da resposta/opção quer nos casos em que a alterava, aferir da certeza com que o fazia, o que poderia constituir um bom indicador da confiança que o aluno manifestava nas justificações que avançava.

Entre as questões que integram este instrumento encontram-se as que resultaram de um desenho específico para o estudo em causa, e questões que foram criadas com base em adaptações de questionários que constavam dos referentes teóricos utilizados. As questões 6, 7 e 8, por exemplo, resultaram da adaptação de um questionário de resposta múltipla elaborado por Barneto e Arias (1993).

Depois de redigido, este teste foi submetido a uma apreciação crítica de dois professores de Física e Química quanto à sua objectividade na formulação das questões, tipo de questões e extensão do teste. De salientar que a sua análise pelos professores foi baseada nos objectivos que se pretendiam atingir (Tabela 3.6). Introduzidas as rectificações sugeridas pelos inquiridos (eliminação de algumas questões e substituição por outras, de forma a criar uma maior harmonia entre elas e alterações de figuras), sujeitou-se este instrumento a um teste piloto aplicado numa turma do 11º ano de escolaridade não pertencente à professora investigadora. Criou-se, assim, uma oportunidade real de praticar a administração deste instrumento, de forma a que fossem reveladas fraquezas e insuficiências emergentes quer a nível da dificuldade dos alunos na compreensão do significado das questões e das tarefas propostas, quer a nível da adequação da sua resolução ao tempo disponibilizado para o efeito

Com os dados obtidos deste estudo piloto, voltou a proceder-se a algumas reformulações e ajustamentos, considerados adequados (diminuição do número de questões, clarificação de algumas delas e sua optimização na adequação aos objectivos). Em seguida, introduzidas as alterações que se entenderam conduzir a uma melhoria da qualidade do teste, redigiu-se a sua versão final Anexo I.

Os objectivos que se pretende atingir em cada questão do teste de conhecimentos de Física encontram-se definidos na Tabela 3.6.

**Tabela 3.6** - Objectivos contemplados no teste de conhecimentos de Física

Conceitos	Objectivos	Questão(ões)
Velocidade média, velocidade instantânea e rapidez média	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distinguir velocidade média de velocidade instantânea</li> <li>Relacionar a rapidez média com a distância percorrida sobre a trajectória num dado intervalo de tempo</li> </ul>	1, 2
Aceleração	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relacionar a aceleração numa trajectória rectilínea, com a taxa de variação temporal da velocidade</li> </ul>	3
Princípio da inércia – 1ª Lei de Newton Lei fundamental da dinâmica – 2ª Lei de Newton	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inferir que a variação da velocidade de um corpo está associada à existência de forças responsáveis por essa variação</li> <li>Relacionar a existência de repouso ou movimento rectilíneo uniforme com a resultante das forças que actuam num corpo</li> <li>Relacionar a aceleração adquirida por um corpo com a resultante das forças que actuam nesse corpo, em particular no caso de situações de arranque e travagem</li> </ul>	4, 5, 6
Terceira lei de Newton	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar correctamente as interações exercidas entre dois corpos em diversas situações</li> </ul>	7, 8, 10
Gráficos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpretar gráficos de movimentos</li> </ul>	9
Força gravítica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar a força gravítica como a força responsável pela queda dos corpos e pela diminuição da velocidade destes durante a ascensão livre</li> </ul>	11

### 3.6.2 - Teste de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas – 1ª fase do estudo

A Tabela 3.7 traduz as finalidades que se pretendem atingir com a implementação do teste de aferição de desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas.

**Tabela 3.7** - Finalidades do teste de aferição de desempenho - 1ª fase do estudo

Teste de aferição de desempenho na resolução de situações problemáticas		Finalidades
	Antes da aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem em estudo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventariar competências dos alunos em resolução de problemas e dificuldades em resolver situações problemáticas</li> </ul>
	Após a aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem em estudo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar a evolução dos alunos na aquisição/ desenvolvimento de competências na resolução de problemas e na capacidade para resolver situações problemáticas</li> </ul>

Com este teste, pretendia-se colocar o aluno numa posição que o obrigasse à tomada de consciência prévia do estatuto diferenciado dos elementos que, implicitamente, davam corpo à situação problemática criada. Esta tomada de consciência era, com efeito, a pedra angular de todo o processo de resolução que o aluno iria activar.

Na definição da situação problemática a incluir no teste de aferição, teve-se em consideração que, segundo Perales (2000), sempre que possível a problemática a resolver deve situar-se no contexto da vida quotidiana do aluno, para que, desse modo, este veja a sua funcionalidade e se sinta mais implicado na sua resolução. Por outro lado, o problema a colocar não deve ter uma solução única que seja completamente satisfatória, de modo a que propicie a busca de informação, a tomada de decisões e a argumentação fundamentada das posturas a adoptar. Por isso, neste teste e de acordo com o mesmo autor, criou-se uma situação problemática aberta do quotidiano dos alunos, que os colocou perante a necessidade de ter de:

- identificar o problema subjacente;
- identificar os factores que nele intervêm (distinguindo-os de outros irrelevantes);
- analisar a rede de conexões entre tais factores;
- avaliar o peso relativo dos mesmos (quer dizer, determinar a importância de cada um deles na ocorrência da situação estudada);

- planificar as estratégias de resolução a implementar;
- definir as múltiplas tarefas conducentes à aproximação da resolução do problema;
- prever subproblemas e eventuais soluções que esses problemas possam vir (ou não) a ter;
- distinguir o que é absolutamente indispensável à resolução do problema daquilo que é simplesmente acessório.

Acresce, ainda, que este teste foi elaborado pela professora investigadora para que o aluno, ao responder, fosse conduzido a ter de explicitar por escrito as diversas etapas do seu percurso mental de resolução, de modo a que se pudessem atingir os objectivos de investigação propostos. Tendo em linha de conta o que atrás se referiu, criou-se no teste uma situação hipotética através da qual o aluno era incentivado a imaginar-se como elemento integrante de uma equipa de planeamento de um espaço municipal, com vista à utilização pública da população de Estarreja. Optou-se por este problema por ele ser complexo e multifactorial e, por isso, ser de prever que dele surgissem questões mais específicas, necessárias para a resolução da situação apresentada e que contemplavam conhecimentos científicos a estudar neste ano de escolaridade.

A validação deste instrumento envolveu, tal como sucedeu com o teste de conhecimentos, uma apreciação crítica de dois professores de Física e Química quanto à sua objectividade na formulação da questão. Não foi aplicado em nenhuma turma. A versão final consta do anexo II.

### **3.6.3 - Questionário de opinião – 1ª fase do estudo**

O questionário de opinião visou diagnosticar o grau de satisfação/insatisfação e as percepções reveladas dos e pelos alunos a respeito do ensino orientado na perspectiva em estudo e promover a sua reflexão, bem como a da própria professora investigadora, acerca das vantagens e desvantagens do ensino e aprendizagem da Física e da Química aplicado ao Ensino Secundário e num ano de escolaridade sujeito a uma avaliação externa – o 11º ano.

Este questionário surgiu da adaptação de um questionário desenhado por Chang e Barufaldi (1999), no âmbito de um estudo sobre os efeitos de um ensino orientado para a

Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no êxito e na mudança conceptual dos alunos, desenvolvido no departamento de Ciências da Terra, na Universidade de Taiwan.

As questões que compõem o questionário incidem em três dimensões e pretendem avaliar a opinião dos alunos sobre: a eficácia da abordagem do ensino e aprendizagem implementada; as actividades realizadas nas aulas (diálogo no grupo, debates e apresentação dos resultados); o trabalho de grupo.

Nas Questões 2, 3, 5, e 7 foi utilizada uma escala tipo Likert, não direccionada, com cinco graus, que variam de “*Concordo plenamente*” a “*Discordo plenamente*”. Optou-se por este tipo de escala por se tratar de uma escala de fácil construção, de rápida aplicação e de fácil compreensão.

Não se colocaram apenas três graus porque, segundo Moreira (2004), em princípio, quanto mais alternativas de resposta maior a quantidade de informação fornecida. Contudo, se forem colocadas muitas alternativas, os ganhos em termos de informação poderão ser mínimos, dado que pode começar a ser difícil fazer uma opção objectiva entre dois graus consecutivos da escala. Por isso, optou-se por colocar cinco graus. Acresce que, ao colocar cinco graus, incluindo o grau de imparcialidade, dá-se a possibilidade àqueles alunos que não têm uma opinião formada de também poderem responder, sem ter de os forçar à escolha de uma alternativa que não seja compatível com a sua opinião (Moreira, 2004). As questões referidas anteriormente tinham como objectivo apurar o que os alunos pensavam em relação à possibilidade da perspectiva de ensino e aprendizagem implementada na turma ter contribuído para aumentar o seu interesse no estudo do tema e no seu sucesso na disciplina de Física e Química A; averiguar ainda se os alunos pensam que esta perspectiva de ensino e aprendizagem os estimulou a pensar no modo de viver em sociedade, bem como a aprender os conteúdos do âmbito do tema tratado.

Nas Questões 1, 8 e 10, a escala utilizada também é uma escala não direccionada com cinco graus, que varia de “*Gostei muito*” a “*Detestei*”, que permite averiguar o que os alunos pensam da perspectiva de ensino e aprendizagem em estudo, dos debates ocorridos e das aulas de apresentação dos resultados das suas investigações.

Nas Questões 4, 6 e 9, também se utilizou uma escala de cinco graus, direccionada, que varia de “*Nada*” a “*Muito*”, para aferir o que os alunos dizem em relação ao modo como a perspectiva de ensino e aprendizagem utilizada os ajudou no desenvolvimento de várias

competências, assim como na tomada de consciência de certos aspectos relativos às atitudes e tarefas necessárias para uma exposição bem sucedida dos resultados.

As Questões 11 a 15 pretendem averiguar o modo como os alunos avaliam a importância do trabalho de grupo nas várias actividades desenvolvidas. Assim, a Questão 11 aborda o grau de integração de cada aluno dentro do grupo em que estava inserido, desde o “sentir-se muito integrado” ao “não se sentir integrado”. As Questões 12 e 13 pretendem avaliar a importância que os alunos dão ao líder de um grupo, enquanto facilitador da realização do trabalho em grupo, com recurso a uma escala de três graus (Questão 13) que varia de “Facilitou...” a “Dificultou...”. A Questão 14 avalia a opinião dos alunos em relação à facilidade de trabalhar em grupo ou individualmente, com três opções, desde “*É mais fácil trabalhar em grupo do que individualmente*” até “*É mais difícil trabalhar em grupo do que individualmente*”. Ainda sobre o trabalho em grupo, a Questão 15 pretende aferir a opinião dos alunos sobre o modo como o trabalho em grupo facilita a aprendizagem, com três opções, que vão desde “*Facilitou a tua aprendizagem*” até “*Dificultou a tua aprendizagem*”.

A Questão 16 pretende que os alunos salientem aspectos positivos e negativos relativamente às aulas leccionadas, assim como o que mudariam e não mudariam nestas aulas. Finalmente, a Questão 17 pretende dar liberdade de expressão aos alunos, convidando-os a escrever comentários e opiniões sobre a perspectiva de ensino implementada pela professora para leccionar a unidade de Física “Movimentos na Terra e no Espaço”, o modo como decorreram as aulas e o trabalho de grupo. Estas duas Questões, em conjunto com a Questão 1, pretendem indagar sobre a apreciação que fazem da perspectiva de ensino e aprendizagem aplicada. A inclusão de diferentes tipos de questões para atingir o mesmo objectivo dá aos alunos a possibilidade de referir aspectos que, porventura, não tenham sido mencionados ou que não foram abordados da maneira que gostariam que fossem.

Considerou-se o questionário em causa, dado que as alterações introduzidas em relação ao modelo importado foram mínimas, validado pelo estudo efectivado por Chang e Barufaldi (1999). Entendeu-se que, embora o questionário em causa tenha sido validado por alunos de outro contexto sociocultural, o facto de essa validação ter sido efectuada pelo menos por dois especialistas, e dado que a professora investigadora não conhecer alunos que tivessem participado num ensino e aprendizagem desta natureza (e que, como tal,



pudessem responder ao questionário), se poderia aceitar a validação efectuada por aqueles dois autores.

A versão definitiva deste questionário encontra-se no Anexo IV.

As dimensões tal como os objectivos contemplados em cada Questão do questionário de opinião encontram-se esquematizadas na Tabela 3.8.

**Tabela 3.8** - Dimensões contempladas em cada Questão no questionário de opinião – 1ª fase

Dimensão		Objectivos	Questão (ões)
Método de ensino e sua eficácia		Indagar sobre o grau de satisfação /insatisfação relativamente ao modo como foi leccionado o tema “Movimentos na Terra e no Espaço”	1,16,17
		Avaliar o interesse/sucesso no estudo da disciplina	2,3
		Averiguar o grau de contribuição no desenvolvimento de algumas capacidades	4
		Averiguar sobre a importância de resolução de problemas do quotidiano na promoção do sentido de cidadania	5
Actividades Realizadas nas Aulas	Diálogo no grupo	Indagar sobre a tomada de consciência, do aluno, sobre os conhecimentos que possui	6
		Avaliar sobre a tomada de consciência da vantagem de conhecer todos os aspectos de qualquer tema	6
		Aferir da promoção de poder de argumentação fundamentada	6
	Debate	Averiguar sobre a vantagem/desvantagens para o aumento dos conteúdos apreendidos	7
		Indagar sobre a apreciação das aulas de debate	8
	Apresentação de resultados	Indagar sobre a tomada de consciência, do aluno, quanto aos conhecimentos que possui	9
		Averiguar sobre a vantagem para o incremento dos conteúdos apreendidos	9
		Aferir sobre a promoção do sentido de responsabilidade	9
		Averiguar sobre o interesse para a consciencialização da adopção de uma postura correcta	9
		Averiguar da importância de qualquer comunicação ser bem preparada	9
		Averiguar sobre o reconhecimento dado à utilização de linguagem correcta	9
		Indagar sobre a importância da necessidade de organização de ideias	9
		Indagar sobre a apreciação das aulas de apresentação de resultados da investigação	10
Trabalho de Grupo		Apurar da vantagem/desvantagem para a integração dos alunos em grupo	11
		Aferir sobre a contribuição do trabalho de grupo para o aparecimento de líderes	12,13
		Indagar sobre a apreciação do benefício do trabalho de grupo para a execução de actividades	14
		Averiguar sobre a conveniência do trabalho de grupo na aprendizagem do aluno	15

#### **3.6.4 - Notas de campo/Diário de aula – 1ª e 2ª fases do estudo**

O principal objectivo, quer das notas de campo, quer dos diários de aula foi diagnosticar dificuldades sentidas pela professora investigadora e pelos alunos num ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

O uso de notas de campo, não obstante o facto de não constituírem o cerne da pesquisa em termos de ênfase, assumiram um papel complementar, relevante e imprescindível no registo de dificuldades identificadas nos alunos no decurso de todo o processo de resolução dos problemas e na clarificação de sentimentos e percepções dos alunos a propósito da abordagem de ensino e aprendizagem em estudo.

Essas notas de campo foram essencialmente naturalistas, e consistiram segundo a investigadora, em registos de pormenores importantes para a investigação em curso e foram usadas em todas as sessões de trabalho e elaboradas durante as aulas pela professora nas duas fases do estudo.

Essas observações permitiram recolher dados, tanto através de situações planeadas como através de situações não previstas à partida.

Um auxiliar importante dessas notas de campo foram os diários de aula, elaborados no final de cada uma, servindo essencialmente como documento reflexivo da professora, nos quais registava:

- em relação aos alunos – o aspecto que eles melhor dominavam; a maior dificuldade que sentiram; o que mais e o que menos gostaram; o seu empenhamento; comentários entre eles, pedidos de esclarecimento à professora;
- em relação à professora – a maior dificuldade que sentiu; aquilo em que se sentiu mais à vontade; o que não repetiria; o que melhor resultou.

Foi elaborado um guião que orientou a professora na reflexão crítica de cada aula. Um modelo do guião encontra-se no anexo V.

#### **3.6.5 - Teste de conhecimentos de Química – 2ª fase do estudo**

A Tabela 3.9 traduz as finalidades que se pretendem atingir com a aplicação do teste de conhecimentos de Química.

**Tabela 3.9** - Finalidades do teste de conhecimentos de Química - 2ª fase

		Finalidades
Teste de conhecimentos de Química	Antes da aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem em estudo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar concepções dos alunos sobre conceitos de Química na unidade temática: “Da atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”</li> <li>• Conhecer dificuldades dos alunos na interpretação dos fenómenos químicos incluídos nessa unidade temática</li> </ul>
	Após a aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem em estudo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir avaliar a evolução das concepções dos alunos sobre conceitos de Química na área temática “Da atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”</li> <li>• Avaliar a evolução dos alunos na interpretação dos fenómenos químicos integrados nessa área temática</li> </ul>

À semelhança da 1ª fase, também a construção deste teste teve por base a análise dos programas de Física e Química A do 11º ano (DES, 2004), no manual escolar adoptado, e na revisão de alguns estudos (Yun *et al.*, 2006; Corrêa *et al.*, 2008 e Magalhães e Lemos, 2008) sobre dificuldades dos alunos relacionadas com o tema a leccionar.

O teste é constituído por um conjunto de 6 questões, possuindo cada uma várias alíneas, envolvendo diversos assuntos no âmbito da unidade temática “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”. Estas questões podem ser classificadas em dois tipos: umas de tipo fechado, outras de tipo aberto. De acordo com Barneto e Arias (1993), em ambos os tipos de questão, optou-se, ainda, por adicionar um parâmetro referente à certeza na resposta que o aluno teria, numa escala de 0 (certeza nula) e 5 (certeza absoluta). Entendeu-se que desse modo, à semelhança do teste de conhecimentos de Física aplicado na primeira fase do estudo, era possível quer nos casos em que o aluno mantinha a justificação da resposta, quer nos casos em que a alterava, aferir da certeza com que o

fazia, o que poderia constituir um bom indicador da confiança que o aluno manifestava nas justificações que avançava.

Entre as questões que dão corpo a este instrumento, encontram-se algumas que resultaram de um desenho específico para o estudo em causa e que foram seleccionadas de vários manuais e adaptadas pela professora investigadora.

A validação deste teste foi feita por especialistas na área da Educação em Ciência, e foi aplicado numa turma do 11º ano de escolaridade não pertencente à professora investigadora. As alterações em termos de conteúdo compreenderam a eliminação de algumas questões, o aperfeiçoamento de alguns enunciados e a alteração da distribuição das questões, de forma a criar um encadeamento mais lógico. Desta validação surgiu a versão final, Anexo VII.

Os objectivos que se pretende atingir em cada questão do teste de conhecimentos de Química encontram-se definidos na Tabela 3.10.

**Tabela 3.10** - Objectivos contemplados no teste de conhecimentos de Química – 2ª fase

Conceitos	Objectivos	Questão(ões)
Regras de segurança no laboratório	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhecer algumas regras para a utilização, em segurança, de material/reagentes de laboratório</li> </ul>	1.1
Água da chuva, água destilada e água pura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar os valores de pH de uma solução para a classificar como ácida, alcalina ou neutra.</li> <li>Relacionar o valor 5,6 do pH da água da chuva com o valor do pH mínimo devido à presença de dióxido de carbono na atmosfera</li> <li>Interpretar a formação de ácidos a partir de óxidos de enxofre e de azoto, na atmosfera, explicitando as correspondentes equações químicas</li> <li>Explicitar algumas das principais consequências da chuva ácida em águas de diferentes composições</li> </ul>	1.2; 1.3; 2; 3  1.4 1.5
Força dos ácidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar o valor de pH para distinguir soluções mais ou menos ácidas</li> <li>Relacionar qualitativamente a concentração hidrogeniónica de uma solução e o seu valor de pH</li> </ul>	4, 5
Oxidação-redução	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconhecer o impacto dos ácidos sobre alguns metais</li> <li>Reconhecer que os fenómenos de acidificação são favoráveis numa atmosfera húmida (chuva, nevoeiro e neve)</li> <li>Reconhecer alguns elementos que podem apresentar diferentes estados de oxidação</li> </ul>	1.6 6.1; 6.2; 6.3

### 3.6.6 - Teste de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas – 2ª fase do estudo

A Tabela 3.11 traduz a finalidade que se pretende atingir nesta fase do estudo, com a aplicação dos testes de aferição de desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas.

**Tabela 3.11** - Finalidades do teste de aferição de desempenho – 2ª fase

	Finalidades
Teste de aferição de desempenho na resolução de situações problemáticas	Avaliar a evolução dos alunos na aquisição/ desenvolvimento de competências na resolução de problemas e na capacidade para resolver situações problemáticas em relação à 1ª fase deste estudo.

À semelhança da 1ª fase deste estudo, as situações problemáticas perante as quais se colocaram os alunos, pretendiam que estes sentissem necessidade de identificar o problema subjacente a cada um dos factores relevantes em questão para cada caso, analisassem a rede de conexões entre esses factores e o peso relativo de cada um e definissem diferentes tarefas conducentes à tentativa de resolução do problema.

Os vários testes incluíram contextos problemáticos relacionados com o objecto de ensino do 11º ano de escolaridade e referidas já no ponto 3.3.3 (2ª fase) desta dissertação.

É importante referir que estas questões/situações foram levantadas pelos alunos durante as aulas e, como tal, não foram sujeitas a validação.

Um modelo destes testes consta no Anexo X.

### 3.6.7 - Entrevista de grupo – *Focus Group* – 2ª fase do estudo

Neste estudo, optou-se também pela realização de uma entrevista de grupo focal, semi-estruturada. Esta técnica surgiu na década de 1950, quando Robert Merton foi convidado por Paul Lazarsfeld para o ajudar a avaliar respostas da audiência de um programa de rádio (Kind, 2004).

Segundo Kind (2004) é uma técnica de recolha de dados que utiliza a interacção grupal, considerada adequada para investigações qualitativas. Tem como objectivo obter uma variedade de informações, sentimentos, experiências e representações de pequenos grupos sobre um determinado tema. Esta técnica possibilita ao investigador ouvir vários sujeitos ao mesmo tempo, além de observar as interacções características do processo grupal. Fomenta respostas interessantes ou novas e ideias originais, incitando também opiniões contrárias assim como possibilita que o tema seja discutido por todos os participantes. No entanto, apresenta certas desvantagens: não permite a generalização; facilmente se confundem os pontos de vista do grupo, como sendo característicos daquele conjunto de indivíduos e não como de um conjunto social maior, com expressões culturais distintas; geralmente menospreza-se a importância da habilidade do moderador na condução da discussão.

Nesse sentido, preparou-se, conforme mostra a Tabela 3.12. um guião orientador com as dimensões, os objectivos e um conjunto de questões orientadoras, sem uma ordem rígida e suficientemente abertas.

Em relação ao número de questões, procurou-se que fossem as suficientes para obter as informações necessárias para a realização do estudo, e não se tornassem cansativas para os entrevistados.

Esta entrevista teve como finalidade compreender, do ponto de vista dos alunos, o grau de satisfação/insatisfação em relação à abordagem de ensino e aprendizagem implementada (Anexo XI), às actividades desenvolvidas nas aulas e comparar as suas opiniões com as manifestadas no questionário de opinião aplicado na 1ª fase deste estudo.



Tabela 3.12 - Guião da entrevista – *Focus Group*

Dimensão	Objectivos	Questões Orientadoras
<b>1 - Identificação das práticas pedagógicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparar o ensino e aprendizagem Baseado na Resolução de Problemas com o ensino dito tradicional</li> <li>• Recolher informação sobre o grau de satisfação/motivação nos alunos, para a aprendizagem nesta perspectiva de ensino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notaram diferença na forma como foi leccionada a unidade I de Física e a unidade II de Química? Podem explicar as diferenças que observaram?</li> <li>• Em qual gostaram mais de trabalhar? Querem explicar porquê?</li> <li>• Qual delas potenciou uma maior colaboração e partilha quer com os teus colegas, quer com a professora?</li> <li>• Que ideia tens, em geral, da abordagem de ensino e aprendizagem utilizado pela professora? (interessante/aborrecida, abstracta/concreta, difícil/fácil...).</li> <li>• Esta experiência de ensino contribuiu para uma visão diferente do estudo da Física e da Química? Porquê? Podem explicitar melhor a vossa ideia?</li> <li>• Consideram que esta experiência de ensino vos poderá ajudar na disciplina de “Área de Projecto” no 12º ano? De que modo?</li> <li>• Estariam disponíveis para repetir esta experiência de ensino e aprendizagem numa outra oportunidade? Porquê?</li> </ul>
<b>2 - Actividades realizadas nas aulas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolher informação sobre a organização e o funcionamento das aulas na perspectiva de ensino e Aprendizagem Baseado na Resolução de Problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O facto de terem trabalhado em grupo foi positivo? Se sim de que forma é que vos ajudou? Se não, refiram as causas dessa insatisfação.</li> <li>• Acham que dos textos apresentados nas aulas, emergiram questões que foram úteis na reflexão do estudo dos conceitos de Física e de Química? Porquê?</li> <li>• Os materiais/meios físicos colocados à disposição, foram suficientes para desenvolver a vossa pesquisa de aprendizagem?</li> <li>• Ao longo do ano as aulas tiveram ritmos diferentes. Realizámos várias actividades: trabalhos laboratoriais, debates, trabalhos de grupo e aulas expostas por ti sob orientação da tua professora.             <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Gostaram das actividades realizadas?</li> <li>b) Das actividades referidas indica as que vos deram mais prazer e aquelas em que tenham aprendido mais. Expliquem porquê.</li> </ul> </li> <li>• Houve alguma actividade que gostaram menos? Qual foi? Expliquem porquê.</li> </ul>

A possibilidade de gravação em registo áudio, quando autorizada, torna o entrevistador mais disponível para ouvir o entrevistado e ajuda-o no processo de análise e validação de tudo o que é dito na entrevista (Carmo e Ferreira, 1998). Durante a entrevista, a professora investigadora e autora assumiu uma atitude de escuta, evitando interromper os discursos e respeitando os silêncios e as pausas para dar oportunidade aos entrevistados de pensarem sobre o que se estava a perguntar.

A entrevista teve a duração média de 45 minutos, foi gravada em áudio, e realizada no final do mês de Junho de 2009.

Foi ainda realizada, em 25 de Junho de 2009, uma entrevista exploratória, com o objectivo de treinar a professora/investigadora na sua administração, bem como de verificar qual a melhor estratégia para a condução, organização e colocação de questões. Foi também uma oportunidade para fazer uma estimativa do tempo que seria necessário para a sua realização e aferir da clareza e pertinência das questões.

Após a transcrição da entrevista exploratória, procedeu-se a alguns ajustes na ordem das perguntas e alteraram-se outras. A validação do guião final foi feita pelos dois orientadores desta dissertação e pelo Professor António Neto.

De acordo com Kind (2004), apesar de não haver consenso quanto ao número de entrevistados para um grupo focal, esta autora considera ideal um número de 5 a 7 participantes em cada grupo focal. Assim, no nosso estudo, os participantes foram seleccionados da turma onde foi implementado o estudo e optou-se por entrevistar sete alunos(as), um de cada grupo de trabalho.

Foi ainda combinado um encontro na escola, para a leitura da transcrição da entrevista, após ter sido ouvida em áudio pelos alunos envolvidos nesta, procedendo-se, assim, à sua validação.

### ***3.7- Recolha de dados***

Os dados foram recolhidos através dos instrumentos que atrás se inventariaram e que foram aplicados de acordo com o cronograma apresentado na Tabela 3.13.

**Tabela 3.13** – Cronograma da aplicação dos instrumentos de recolha de dados

Semana	1ª fase do estudo			2ª fase do estudo	
	Mês			Mês	
	Setembro	Outubro e Novembro	Dezembro	Maio	Junho
1ª		Implementação da abordagem de ensino em estudo	<b>Teste de conhecimentos de Física e Teste de aferição</b>	<b>Teste de conhecimentos de Química</b>	
2ª		Implementação da abordagem de ensino em estudo	<b>Questionário de opinião</b>	Implementação da abordagem de ensino em estudo	
3ª	<b>Teste de conhecimentos de Física</b> <b>Teste de aferição</b>	Implementação da abordagem de ensino em estudo		Implementação da abordagem de ensino em estudo	Entrevista exploratória
4ª	Implementação da abordagem de ensino em estudo	Implementação da abordagem de ensino em estudo			<b>Entrevista</b>

Na primeira fase deste estudo, o primeiro instrumento a ser aplicado foi o teste de conhecimentos de Física (anexo I), seguido do teste de aferição de desempenho dos alunos na identificação e resolução de situações problemáticas (anexo II). Estes testes foram aplicados antes e após a leccionação da unidade temática “Movimentos na Terra e no Espaço”, e foram implementados em circunstâncias idênticas às que regem a aplicação de um teste de avaliação. Estes documentos tiveram uma primeira aplicação na segunda e terceira semana do início do primeiro período lectivo. A segunda aplicação ocorreu numa aula de 90 minutos, em Dezembro, cerca de sete dias após se ter dado findo o ensino e aprendizagem da unidade temática em causa.

Antes da aplicação dos instrumentos supracitados, a professora fez uma curta introdução aos mesmos, salientando a importância de cada um e pediu aos alunos que respondessem de forma reflectida.

Foram também recolhidos dados através das notas de campo e da elaboração dos diários de aula (anexo V) relatando as dificuldades sentidas quer pela professora quer pelos alunos. As notas de campo foram usadas sempre que algumas situações de sala de aula o justificava. Os diários de aula foram elaborados em todas as sessões de trabalho com os alunos.

Por último, recolheram-se dados no questionário de opinião (Anexo IV). Este foi aplicado numa aula de 90 minutos, cerca de 10 dias após se ter terminado esta experiência de ensino. A identidade dos alunos que preencheram este questionário foi confidencial, sendo esta informação do conhecimento dos mesmos.

**Na segunda fase** deste estudo, o primeiro instrumento a ser aplicado foi o teste de conhecimentos de Química (Anexo VII) no terceiro período lectivo.

Os alunos com a situação problemática apresentada pela professora (Anexo VIII e IX), inserida na estratégia de ensino e aprendizagem em estudo, levantaram questões e propuseram-se investigar no sentido de encontrar respostas para as mesmas (Anexo X, exemplo de uma das questões levantadas).

Depois os alunos trabalharam as questões durante a segunda e terceira semanas de Maio, não havendo tempo para aplicar de novo o teste de conhecimentos, devido ao facto daqueles realizarem uma avaliação externa intermédia no mesmo mês. No entanto, a professora investigadora inseriu no teste de avaliação sumativa questões semelhantes às existentes no teste de conhecimentos.

Relativamente à entrevista de grupo focal, *Focus Group*, esta foi realizada no final do mês de Junho de 2009, quando os alunos já tinham realizado a avaliação externa da disciplina de Física e Química A, e teve a duração média de 45 minutos.

Na aplicação deste instrumento de recolha de dados, foram valorizados alguns aspectos numa nota introdutória incluída no início da realização da entrevista (Kind, 2004):

- agradecimento da disponibilidade manifestada para serem entrevistados(as), garantindo-lhes o anonimato e a confidencialidade de todas as informações;
- explicitação do contexto da investigação e relevo da importância da colaboração dos entrevistados(as);
- solicitação para se proceder à gravação da entrevista em registo áudio;

- solicitação da disponibilidade para validar a transcrição da entrevista, agendando no momento esse processo (data de encontro para a leitura da transcrição da entrevista e validação);
- agradecimento após a realização da entrevista, da participação dos entrevistados(as), reforçando, mais uma vez, o anonimato.

A entrevista foi realizada numa sala de aula, mesa redonda, estando apenas presentes a professora investigadora e os alunos entrevistados. Esta realizou-se em ambiente confortável (Kind, 2004): ambiente silencioso, quer pelo facto desse ambiente proporcionar uma maior atenção por parte dos intervenientes, quer pelo facto da entrevista estar a ser gravada, o que permitiu, posteriormente, uma mais fácil transcrição.

Foi ainda combinado um encontro na escola, para a leitura da transcrição da entrevista, após ter sido ouvida em áudio pelos alunos envolvidos nesta, procedendo-se, assim, à sua validação.

### ***3.8 - Tratamento e análise de dados***

Tomando como referência o conjunto de todas as técnicas de recolha de dados seleccionadas e os instrumentos desenvolvidos e utilizados ao longo das várias fases que compõem o estudo, optou-se por, numa primeira análise, coligir conjuntamente, e para cada aluno, todos os dados recolhidos, com intuito de fazer emergir mais eficazmente o perfil de cada um no contexto da investigação. Considera-se que esta análise de conjunto para cada aluno potencia a percepção do estado inicial (pré), do estado final (pós) e, conseqüentemente, da evolução no decurso do ensino e aprendizagem dos conteúdos da unidade temática “Movimentos na Terra e no Espaço”, aplicados na 1ª fase e na evolução da resolução de situações problemáticas, na 2ª fase deste estudo.

Posteriormente, analisou-se o conjunto dos resultados obtidos em cada um dos instrumentos utilizados. O modo como se efectuou essa análise está exposto a seguir, para cada um dos instrumentos.

### **3.8.1 - Teste de conhecimentos de Física (Questões de 1 a 11) e de Química (Questões de 1 a 6) – 1ª e 2ª fases do estudo**

Para o efeito do tratamento de dados recolhidos por aplicação dos testes de conhecimentos, foi feita uma análise de conteúdo em simultâneo às respostas de cada aluno, quando existiam, do pré-teste e do pós-teste. Para além de uma análise quantitativa, que permitiu calcular a percentagem de respostas para cada uma das categorias definidas e visualizar o modo como se distribuíam as respostas dos alunos pelas várias categorias consideradas, antes e após a implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, foi efectuada uma análise qualitativa [devido à reduzida dimensão da amostras ( $n=28$ )], com foco na compreensão das justificações avançadas pelos alunos para reforçar as respostas dadas às diversas questões que compunham o teste de conhecimentos. Tratou-se, na realidade, de uma análise de conteúdo (Bardin, 2007), que teve a ver fundamentalmente com a clarificação das ideias presentes nas justificações perfilhadas pelos alunos. Não obstante a maior dificuldade em trabalhar com palavras do que com números, devido ao facto de as palavras possuírem significados e sentidos diversos que as tornam mais difíceis de manipular e interpretar (Neto, 1998), procurou-se consumir essa análise de conteúdo através da identificação de ideias e aspectos presentes nas respostas dos alunos que as tornassem susceptíveis de uma categorização, que a seguir se enuncia:

#### ***- Resposta cientificamente aceite ( $C_{Ac}$ )***

As respostas abrangidas por esta categoria contêm as ideias científicas principais requeridas para uma explicação correcta e fundamentada das situações contempladas em cada uma das questões. Essas ideias devem, obviamente, ser concordantes com o nível dos alunos e os critérios estabelecidos no programa para o Ensino Secundário (DES, 2004). Os aspectos a constar nas respostas dos alunos incluídas nesta categoria encontram-se no capítulo seguinte.

#### ***- Resposta cientificamente incompleta ( $C_{In}$ )***

As respostas contempladas por esta categoria contêm apenas algumas das ideias requeridas para as respostas cientificamente aceites. Não se incluem nesta categoria aquelas respostas que contêm aspectos cientificamente rejeitadas. Mesmo que uma

resposta contenha aspectos cientificamente aceites, se simultaneamente integrar aspectos cientificamente rejeitados, não é contabilizada nesta categoria.

**- Resposta cientificamente rejeitada (C\_Re)**

Foram incluídas nesta categoria todas as respostas que ou não contenham aspectos cientificamente aceites, ou contenham simultaneamente aspectos cientificamente aceites e rejeitados.

**- Não explica a resposta/opção (S\_Ex)**

As respostas incluídas nesta categoria englobam os casos em que o aluno, embora tendo respondido ou assinalado a opção correcta, não justifica a resposta/opção que perfilhou.

**- Não responde (S\_Re)**

Nesta categoria foram incluídos todos os casos em que se verificou ausência total de resposta.

**- Outras (Outr)**

Estão incluídas nesta categoria todas as respostas que ou não se inserem nas categorias acima definidas, ou não foram consideradas suficientemente inteligíveis.

Após a categorização das respostas, calculou-se a certeza média que os alunos tinham nas respostas incluídas nas categorias “*cientificamente aceite*”, “*cientificamente incompleta*” e “*cientificamente rejeitada*”, antes e após o ensino e aprendizagem.

Sempre que se justificou, incluíram-se excertos das respostas dos alunos envolvidos no estudo, a título de ilustração, clarificação ou complemento de ideias. A apresentação desses excertos das respostas é identificada pelo número de ordem atribuído a cada aluno.

Por fim, com os dados recolhidos através do teste de conhecimentos, analisou-se o percurso individual de cada aluno em termos de progressão verificada. Para o efeito, considerou-se que *progrediu* o aluno cujas respostas passaram da categoria “*cientificamente incompleta*”, “*cientificamente rejeitada*”, “*não explica a resposta/opção*”, “*não responde*” e “*outras*” para a categoria “*cientificamente aceite*”.

Considerou-se, ainda, que *progrediram* os alunos cujas respostas transitaram da categoria “cientificamente rejeitada”, “não explica a resposta/opção”, “não responde” e “outras” para a categoria “cientificamente incompleta”. Por outro lado, *regrediram* os alunos que fizeram o percurso oposto. *Mantêm* os alunos que não modificaram as posições adoptadas no pré-teste. Aqueles alunos que não puderam ser incluídos nestes tipos de percurso foram contabilizados na designação *outras*. As análises efectuadas permitiram comparar a evolução do pré-teste para o pós-teste.

### 3.8.2 - Teste de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas – 1ª e 2ª fases do estudo

Para tratamento dos dados recolhidos pelo teste de aferição, calculou-se a percentagem de alunos que manifestou as diferentes competências em resolução de situações problemáticas, verificando-se a sua evolução do pré-teste para o pós-teste. Assim, tendo em conta as competências de resolução de problemas amplamente relevadas na literatura (Barrows e Tamblyn, 1980; Duch, 1996; Bound e Feletti, 1997; Ross, 1997; Chang e Barufaldi, 1999; Parales, 2000 e Lambros, 2004) e com o intuito de dar suporte a este cálculo, optou-se, por incidir a avaliação naquelas que mais directamente se prendem com um ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Tornou-se, então, necessário definir que aspectos das propostas de resolução alvitadas pelos alunos poderiam evidenciar uma consciência dos processos fundamentais no âmbito da resolução de problemas. Consideraram-se as categorias a seguir mencionadas:

- C1 – O aluno identifica/interpreta/compreende a situação problemática criada
- C2 – O aluno prevê/identifica factores relevantes e avalia o peso relativo dos mesmos
- C3 – O aluno planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema
- C4 - O aluno prevê/identifica fontes de pesquisa
- C5 – O aluno planifica estratégias de resolução
- C6 – O aluno considera a necessidade do trabalho de equipa e da discussão de opiniões
- C7 – O aluno conclui e finaliza raciocínios
- C8 – O aluno efectua juízos críticos/valorativos



Os aspectos a constar nas respostas dos alunos inseridas nas várias categorias consideradas apresentam-se no capítulo seguinte.

A actividade de categorização implicou que a investigadora decompusesse o texto original redigido pelos alunos em unidades de significado, numerasse essas mesmas unidades e as classificasse em função do sistema de categorias estabelecidas (Huberman e Miles, 1991). Note-se que as categorias C1, C6 e C8 são do tipo interpretativo (Huberman e Miles, 1991), por requererem que a professora investigadora efectue algumas inferências a partir das respostas dos alunos.

Tal como no caso do teste de conhecimentos, sempre que necessário, ilustrou-se a classificação das respostas formadas com extractos do texto escrito pelos alunos envolvidos no estudo. A apresentação desses extractos é identificada pelo número de ordem atribuído a cada aluno.

Analisou-se, também, o percurso individual de todos os alunos de cada grupo, em termos da progressão verificada nas várias categorias definidas. Para o efeito, considerou-se que *progrediu* o aluno cujas respostas ou passaram a apresentar aspectos susceptíveis de as incluir nas categorias em causa, ou mostraram um desenvolvimento das competências em resolução de problemas associadas a essas categorias. *Regrediu* o aluno que fez o percurso contrário. *Manteve* aquele aluno que não desenvolveu as competências associadas às categorias em causa, ou, tendo já manifestado no pré-teste a presença dessas competências, as manteve.

### 3.8.3 - Questionário de opinião – 1ª fase do estudo

A análise do questionário de opinião foi feita de modo parcelar, de acordo com a natureza das diferentes partes do questionário, que eram quatro. A primeira parte, com cinco questões, estava relacionada com a avaliação da abordagem de ensino adoptado e da sua eficácia. Na segunda parte estão inseridas as questões 6, 7, 8, 9 e 10, acerca das actividades realizadas durante as aulas em que se abordou a temática “Movimentos na Terra e no Espaço”. A terceira parte engloba as questões numeradas de 11 a 15, relativas ao trabalho de grupo e, finalmente, a quarta parte é constituída pelas questões 16 e 17, em que os alunos expressaram pelas suas próprias palavras o que acharam sobre determinados aspectos das aulas.

As respostas às primeiras quinze questões deste questionário foram objecto de análise quantitativa, o que permitiu calcular a frequência absoluta em cada uma das questões que os alunos podiam assinalar no questionário de opinião.

Fundamentou-se e explicitou-se esta análise com a transcrição das opiniões dos alunos, quer recolhidas com recurso aos comentários por eles redigidos, no âmbito das questões 16 e 17 do questionário em causa, quer decorrentes das notas de campo resultantes da observação efectuada, quer dos diários de cada sessão de trabalho. As opiniões transcritas representam tanto excertos textuais das opiniões por eles redigidas como registos de conversas apreciadas entre esses mesmos alunos e a professora. Os excertos incluídos têm como objectivo fundamental mostrar sentimentos, atitudes e estados finais dos alunos relacionados, no essencial, com a abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

Para que fosse possível diferenciar a via pela qual foram recolhidos os comentários, indicou-se, no final de cada uma das transcrições, uma notação a referir a procedência daqueles. Assim, os comentários com origem nas questões 16 e 17 do questionário opinião, foram designados por QO (Questionário de Opinião), enquanto os comentários registados nas notas de campo observacionais e nos diários de aula de cada sessão de trabalho com os alunos, foram identificados através da denominação DA (Diário de Aula).

#### **3.8.4 - Notas de campo/Diários de aula – 1ª e 2ª fases do estudo**

Por fim, trataram-se e analisaram-se os dados procedentes dos registos efectuados no decurso das aulas (notas de campo) e no final destas (diário de aula onde eram registadas as dificuldades sentidas pela professora e alunos).

Para ambos os instrumentos, identificaram-se as passagens de textos redigido para cada aula que, pela sua relevância, adequabilidade e consistência, correspondiam às categorias de análise que antes se haviam decidido tratar. Uma vez identificadas as categorias que tipificavam os registos efectuados, estes foram, como já se referiu, sempre que se considerou justificável, acrescentados à clarificação das respostas/opiniões dadas pelos alunos da turma.

### 3.8.5 - Entrevista de grupo – *Focus Group* – 2ª fase do estudo

Relativamente à entrevista de grupo, *Focus Group*, o modelo desenvolvido para a análise teve em conta que os dados recolhidos são respostas elaboradas pelos inquiridos a questões abertas. Por isso, a análise de conteúdo considerada a mais adequada foi a técnica de tratamento da informação recolhida.

Para utilizar esta técnica (Bardin, 2007), tornou-se indispensável transcrever as entrevistas áudio gravadas ouvindo-as repetidas vezes, para minimizar possíveis ambiguidades.

Atribuiu-se uma letra a cada um dos sete alunos(as) entrevistados(as): A, B, C, D, E, F e G.

Na análise de conteúdo, foram definidas Categorias de Respostas com as ideias subjacentes às respostas de mais do que um aluno (Bardin, 2007).

## **CAPÍTULO 4**

### ***Apresentação e Análise dos Dados***

#### 4.1- Introdução

Neste quarto capítulo apresentam-se e analisam-se os resultados da avaliação do efeito de uma abordagem de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, implementada a uma turma do 11º ano do curso de Ciências e Tecnologias. Dá corpo a esta apresentação e análise uma configuração em duas fases:

1ª Fase - Análise da evolução conceptual dos alunos na temática “Movimentos na Terra e no Espaço” (4.2). Nesta primeira fase, apresentam-se os resultados da aplicação do teste de conhecimentos e procede-se à sua análise (4.2.1); posteriormente, analisa-se globalmente o percurso dos alunos do pré-teste para o pós-teste (4.2.2), de forma a possibilitar uma visão mais esclarecida e objectiva daqueles que *progrediram*, *regrediram* ou *mantiveram* as suas posições iniciais, em cada uma das áreas do conhecimento da Física trabalhadas. Apresentam-se, ainda resultados obtidos no teste de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas abertas (4.3), dentro do qual se explicita e discute comparativamente os resultados obtidos na turma do pré para o pós-teste (4.3.1); de seguida, efectua-se uma análise global do percurso dos alunos com o intuito de ilustrar a evolução daqueles no modo como lidam com situações problemáticas abertas (4.3.2). Finalmente nesta fase, procede-se à apresentação e análise dos resultados obtidos através do questionário de opinião, acrescentam-se e analisam-se opiniões dos alunos recolhidas com recurso às notas de campo e aos diários de aula (4.4), sendo referidas quer a abordagem de ensino e sua eficácia (4.4.1), quer a estrutura organizativa das aulas (4.4.2), quer o trabalho de grupo (4.4.3) quer finalmente, uma apreciação global das aulas (4.4.4);

2ª Fase – São apresentados os resultados obtidos da análise comparativa das respostas dos alunos da 1ª para a 2ª fases deste estudo na resolução de situações problemáticas (4.5); posteriormente, passa-se à análise global do percurso dos alunos da 1ª fase para a 2ª fase deste estudo (4.5.1); por fim, procede-se à apresentação e análise dos resultados obtidos na entrevista de grupo – *Focus Group* (4.6).

A rematar o capítulo, faz-se uma síntese das principais dificuldades encontradas quer pelos alunos quer pela professora investigadora-autora, no decurso do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (4.7).

## **4.2 - Análise da evolução conceptual dos alunos na temática “Movimentos na Terra e no Espaço”**

### **1ª fase do estudo**

Neste subcapítulo são apresentados os dados recolhidos através do teste de conhecimentos de Física (Anexo I) utilizado antes (pré-teste) e após (pós-teste) a implementação do ensino e aprendizagem orientado para uma Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. A sua utilização antes da implementação da abordagem de ensino tinha como objectivo identificar as concepções dos alunos sobre a temática “Movimentos na Terra e no Espaço”. A sua aplicação depois da implementação do ensino e aprendizagem pretendia criar condições para avaliar a evolução conceptual dos alunos sobre o mesmo tema, na sequência da abordagem de ensino e aprendizagem implementada.

Para dar consecução à finalidade a que este ponto reporta, definiram-se os aspectos que as respostas às questões deveriam incluir, para serem classificadas como respostas do tipo “cientificamente aceite”. Esses aspectos são expostos (por questão) a seguir:

#### **- Questão 1**

Responder que a senhora deve ser multada.

Justificar a resposta com base na diferença entre velocidade instantânea e velocidade média. Para o efeito, referir que o valor da velocidade a que o automóvel (que a senhora conduzia) se deslocava no instante em que foi detectado pelo radar da polícia correspondia ao valor da velocidade instantânea. Mencionar que a argumentação da senhora é errada porque assenta na determinação do valor da velocidade média, valor esse que não corresponde à leitura efectuada pelo radar naquele instante.

#### **- Questão 2**

Responder que o meio de transporte mais rápido foi o automóvel.

Justificar a resposta mostrando que a rapidez do automóvel foi maior. Para o efeito, comparar (qualitativamente ou quantitativamente) a relação comprimento do percurso/tempo médio gasto a percorrê-lo, para os diferentes meios de transporte.

**- Questão 3**

Responder que o automóvel com maior poder de aceleração é o Renault Twingo 1.2 Easy.

Justificar a resposta referindo que o valor da aceleração média deste automóvel é maior. Para o efeito, calcular o valor da aceleração média dos dois automóveis e comparar ou mencionar que, para a mesma variação de velocidade, o tempo gasto nessa variação é menor para o Renault Twingo 1.2 Easy.

**- Questão 4**

Representar as forças aplicadas no autocarro, de forma que a força resultante seja nula. Para esse fim; representar correctamente o vector peso do autocarro e associar a sua origem com a interacção Terra/autocarro; representar o vector força de reacção normal do pavimento sobre o autocarro com um comprimento igual ao do vector peso e associar a sua origem à interacção pavimento/autocarro. Se o aluno considerar que existe atrito (que é o que ocorre na situação real), deverá considerar o aspecto dual das forças resultantes do contacto entre o pavimento e os pneus do autocarro, isto é, deve encarar essas forças como entidades representativas de interacções simétricas. O aluno deverá desenhar todos os vectores-força presentes, respeitando as simetrias existentes.

**- Questão 5**

Responder que os ovos não poderiam ter saltado para trás durante a travagem da carrinha.

Justificar a resposta com base na Lei da Inércia. Para o efeito, mencionar que durante a travagem, os ovos que se moviam no sentido do movimento da carrinha têm tendência, devido à sua inércia, a continuar em movimento nesse sentido, isto é, a manter a sua velocidade.

**- Questão 6**

Se o aluno assinalar a segunda opção (que corresponde a considerar a existência de atrito entre o pavimento e o bloco – situação real), deverá justificar a presença da força de atrito no bloco como resultante da interacção entre este e o pavimento. Se assinalar a

primeira opção deve justificar que não considerou a existência de atrito entre o pavimento e o bloco e, por essa razão, não há forças horizontais a actuar sobre ele.

**- Questão 7**

Escolher a terceira opção.

Referir que as duas forças em questão são resultantes da interacção entre os dois veículos; mencionar que o valor destas forças é igual e independente do valor da velocidade com que aqueles se movimentam.

**- Questão 8.1 e 8.2**

Escolher a primeira opção em ambos os casos.

Identificar e relacionar as forças envolvidas na interacção à luz da Terceira Lei de Newton. Explicar a existência das forças como resultado das interacções entre os dois grupos e estabelecer que, por essa razão, elas devem ter valores iguais.

**- Questão 9**

Escolher a quarta opção.

Justificar a opção referindo que do gráfico velocidade/tempo não se podem extrair informações quanto à forma da trajectória do movimento do ciclista. Estabelecer a relação entre a velocidade e o tempo, de acordo com as informações contidas no gráfico.

**- Questão 10**

Representar o vector-peso da bola e associar a sua origem à interacção Terra/bola. Se o aluno considerar a resistência do ar, deverá representar o vector correspondente e explicar a sua origem.

**- Questão 11**

Assinalar a quarta opção.

Justificar a escolha identificando a força esquematizada como a força gravítica resultante da interacção da maçã/ Lua.



No desenvolvimento subsequente deste ponto, toma-se como base a apresentação e posterior análise das respostas dadas pelos alunos da turma às explicações do pré e pós-teste de conhecimentos. Esta apresentação é exposta numa estrutura constituída por 7 tópicos de análise, correspondentes a áreas de objecto de ensino na unidade temática “Movimentos na Terra e no Espaço”. A criação destes tópicos teve como objectivo quer organizar a diversidade de construções mentais dos alunos inquiridos, emergentes das respostas apresentadas, quer enquadrar aquelas no conjunto de concepções e dificuldades típicas, já previstas no âmbito da revisão bibliográfica de estudos realizados nesta área de intervenção (Gunstone e Watts, 1985; Maloney, 1990; Lopes, 1994 e Neto, 1998), conforme foi referido no capítulo 2. Com efeito, uma vez que foi possível verificar que, em termos genéricos, as concepções e dificuldades apresentadas pelos alunos participantes neste estudo iam ao encontro das orientações da literatura anteriormente referida, entendeu-se organizar as respostas dos alunos em concordância com aspectos já abundantemente nela mencionados. A organização desses 7 tópicos de análise fez-se da seguinte forma:

4.2.1.1 - Velocidade média e velocidade instantânea (Questões 1, 2);

4.2.1.2 - Aceleração (Questão 3);

4.2.1.3 - Binómio força-movimento (Questões 4, 6, 10)

4.2.1.4 - Lei da Inércia (Questão 5);

4.2.1.5 - Terceira Lei de Newton (Questões 7, 8)

4.2.1.6 - Interpretação de gráficos (Questão 9)

4.2.1.7 - Gravidade (Questão 11)

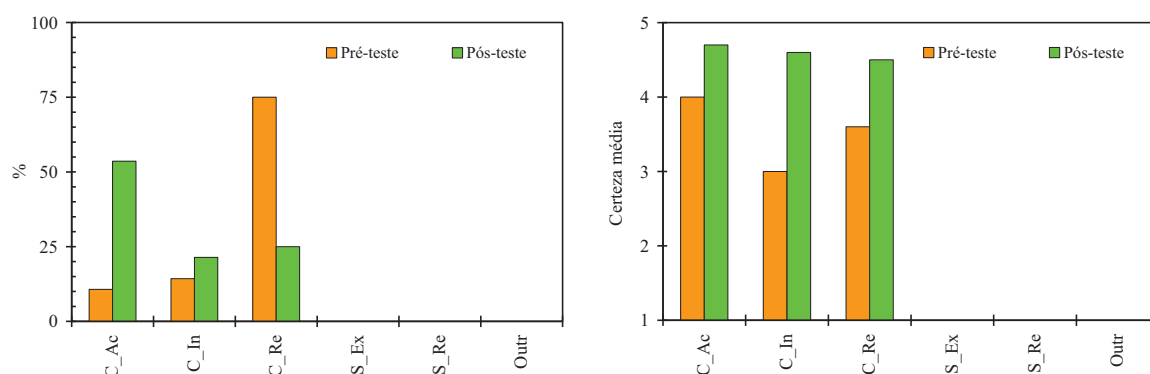
#### **4.2.1 – Análise dos resultados da aplicação do teste de conhecimentos de Física**

No intuito de dar suporte acrescido à análise de cada um dos tópicos que compõem a estrutura organizativa acima delineada, construíram-se gráficos nos quais se indica a percentagem de respostas nas diferentes categorias consideradas. Nas figuras adoptou-se que o gráfico do lado esquerdo refere-se à percentagem de alunos inseridos nas diferentes categorias no pré e no pós-teste e que o gráfico do lado direito corresponde à certeza média dos alunos em cada uma daquelas categorias de resposta, no pré e no pós-teste. Esboçada

esta referência prévia ao modo como se organizou este ponto, resta agora analisar cada um dos tópicos.

#### 4.2.1.1 - Velocidade média e velocidade instantânea

Com a Questão 1, pretendia-se investigar se os alunos distinguiam velocidade média de velocidade instantânea. Para o efeito, estes foram questionados sobre a validade da argumentação de uma senhora que, ao ser multada por um polícia (por conduzir a uma velocidade de 70 km/h num local onde o máximo legal era de 50 km/h), se defende aludindo ao facto de tal não corresponder à verdade, pois, se saíra de casa há menos de uma hora e se a sua casa distava apenas dois quilómetros do local onde se encontrava, a sua velocidade nunca poderia ser de 70 km/h. As respostas obtidas são indicadas no gráfico da Figura 4.1.



**Figura 4.1** – Questão 1: distribuição de respostas e certeza média

Observando a Figura 4.1, é possível constatar que, antes da implementação da abordagem de ensino e aprendizagem em estudo, a percentagem de respostas inseridas na categoria “*cientificamente aceite*”, na turma era inferior a 11%. Apenas 10,7% dos inquiridos foram capazes de construir respostas que satisfizeram os critérios previamente definidos e apresentados para a inclusão naquela categoria de resposta. A maioria dos participantes, por seu lado, admitiu que *a senhora deveria ser multada* mas não justificaram correctamente a resposta. Com efeito, verifica-se que os alunos, ou deram justificações que continham apenas algumas das ideias requeridas para as respostas “*cientificamente aceite*”, como referiu o aluno com o número treze (“*Acho que deve ser multada porque 70 km/h é fazer uma distância de 70 km numa hora*”), ou deram

justificações que continham apenas aspectos “cientificamente rejeitada”, como referiram os alunos com os números cinco e vinte e um respectivamente (“*A senhora não deve ser multada porque as senhoras conduzem devagar*” e “*Porque se a velocidade máxima é 50km/h, por causa de uma pressa pode haver uma tragédia*”), ou que continham simultaneamente aspectos “cientificamente aceite” e “cientificamente rejeitada” como, é exemplo a resposta do aluno número nove (“*70 km/h quer dizer que se ela andasse uma distância de 70 km teria que demorar uma hora, logo se ela vai a uma velocidade de 70 km/h era porque ia a acelerar*”).

É também interessante notar que, apesar de mostrarem dificuldades em justificar correctamente as suas respostas, os alunos pareciam sentir-se seguros nas justificações que avançaram. Com efeito, antes da implementação da abordagem de ensino e aprendizagem em estudo, a certeza média das respostas apontava para valores iguais e superiores a três.

Após a implementação da abordagem de ensino e aprendizagem em estudo, a percentagem de respostas incluídas na categoria “cientificamente aceite” passou a ser cerca de 54,0%. Havia, no entanto, uma melhoria das respostas dos alunos e mais estruturadas em relação ao pré-teste. De facto, verificou-se um aumento da percentagem de respostas dos alunos incluídos na categoria “cientificamente aceite” e na categoria “cientificamente incompleta” e diminuiu a percentagem de respostas inseridas na categoria “cientificamente rejeitada”.

Será interessante apresentar, ainda, algumas justificações inseridas na categoria “cientificamente aceite”, fornecidas pelos alunos para elucidar a resposta “a senhora deve ser multada”: “*A velocidade média não é igual à velocidade naquele instante. São coisas diferentes. Por ela ir naquele instante à velocidade de 70 km/h, não quer dizer que a sua velocidade média fosse de 70 km/h. O polícia é que tem razão*” (aluno número cinco), “*A senhora estava a referir-se à sua velocidade média e o polícia à velocidade instantânea, que são coisas diferentes. O argumento da senhora só serve para baralhar o polícia que não percebe de Física*” (aluno número dois).

Importa ainda referir que, após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, houve um aumento da certeza média na justificação das respostas incluídas na categoria “cientificamente aceite” e “cientificamente incompleta”, o que parece indicar que os alunos, no final da intervenção, se sentiram mais confiantes na fundamentação das respostas.

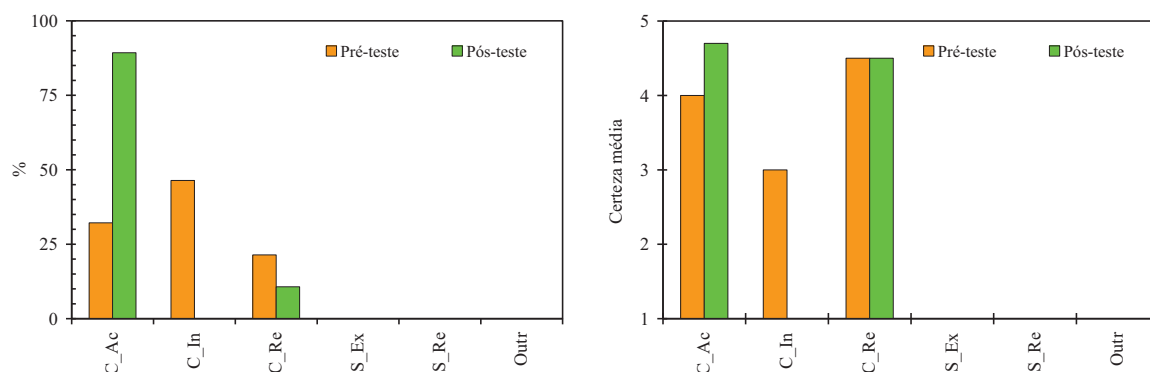
Os resultados expostos na Figura 4.1 mostram, de facto ter existido uma certa evolução. Porém, parece persistir ainda, após a implementação do ensino e aprendizagem, dificuldades na diferenciação entre os conceitos de velocidade média e de velocidade instantânea, tal como já tinha sido previsto no âmbito da revisão de literatura sobre as dificuldades manifestadas pelos alunos com estes conceitos, realizada no capítulo 2, e apontadas por Neto (1998). Por outro lado, parece existir agora uma acentuada confiança nas respostas “*cientificamente aceite*” e “*cientificamente incompleta*”, assim como nas respostas “*cientificamente rejeitada*”.

Do conjunto de dados colhidos com a Questão 1, surge como evidente que o ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas parece contribuir positivamente para o domínio conceptual de velocidade média e velocidade instantânea e mesmo na estrutura do discurso. Esta evidência colhe algum suporte não só na análise dos valores expostos na Figura 4.1, como também na observação atenta das justificações advogadas pelos alunos após a implementação da abordagem de ensino e aprendizagem em estudo.

Com a Questão 2, pretendia-se investigar se os alunos eram capazes de usar adequadamente o conceito de rapidez média. Para esse fim, os mesmos foram questionados sobre qual dos três transportes indicados numa Tabela (na qual se referia o comprimento do percurso efectuado por cada um deles e o respectivo tempo gasto a percorrê-lo) tinha sido o mais rápido.

Da análise das respostas dadas pelos participantes neste estudo à Questão 2 obteve-se a Figura 4.2.

A observação do gráfico da Figura 4.2 permite constatar que os resultados obtidos antes da implementação do ensino e aprendizagem em estudo foram reduzidos. Apenas 32,0% dos alunos foram capazes de fundamentar correctamente a resposta dada. Os restantes 68,0%, embora considerassem que era o automóvel o meio de locomoção mais rápido para a situação criada, argumentaram de forma incorrecta ou incompleta.



**Figura 4.2** – Questão 2: distribuição de respostas e certeza média

De realçar, todavia, que o cenário que se descreveu poderia ter origem em factores de natureza diferente: muitos dos alunos não atenderam aos dados que foram fornecidos conjuntamente com a Questão como, foi o caso do aluno número dois (*“Porque os outros dois (Rodoviária Nacional e Eléctrico) têm que seguir obrigatoriamente o seu percurso e parar onde têm que parar, enquanto o automóvel não”*); alguns atenderam apenas aos dados correspondentes ao tempo, caso do aluno número três (*“Porque é um veículo mais rápido e que demora menos tempo”*), e do aluno número dezassete (*“Porque é o que demora menos tempo, só demora 24 minutos a chegar. Os outros demoram mais tempo a lá chegar”*); outros atenderam apenas aos dados correspondentes ao comprimento do percurso, caso do aluno número seis (*“O automóvel se não apanhar trânsito é muito mais rápido. Além disso vê-se que andou uma distância muito maior do que as dos outros transportes”*).

Após a implementação da abordagem de ensino e aprendizagem em estudo, esta situação alterou-se. A totalidade dos intervenientes continuou a optar pelo automóvel como meio de transporte mais rápido, mas agora aduzem justificações mais válidas. Torna-se, de facto, mais frequente encontrar justificações que fazem referência à relação entre comprimento do percurso e o tempo gasto a percorrê-lo. Saliente-se, no entanto, que o tipo de justificação usado foi de cariz sobretudo qualitativo, em detrimento do quantitativo: *“Porque para além do automóvel percorrer uma distância maior do que os outros dois transportes, ainda demora menos tempo”*, e *“Porque a velocidade média do automóvel foi maior, logo ele foi o mais rápido”*, (alunos números dois e onze respectivamente). Com efeito, os alunos que justificavam a opção do automóvel com base na relação qualitativa comprimento de percurso/tempo, agora recorriam menos à expressão que subjaz ao cálculo

da grandeza física rapidez. Em suma, parece, na verdade, verificar-se uma evolução considerável na turma após o ensino e aprendizagem, desaparecendo as respostas incluídas na categoria “*cientificamente incompleta*” e diminuindo a percentagem de respostas na categoria “*cientificamente rejeitada*”.

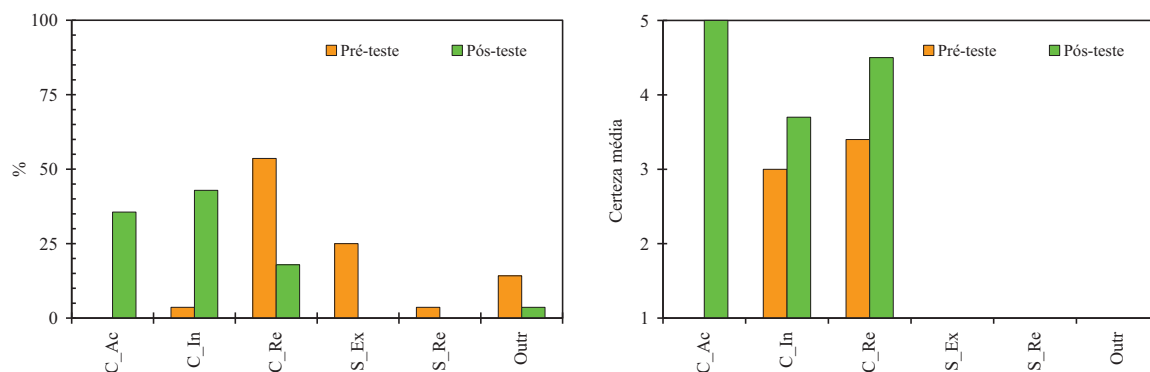
No que respeita à certeza média que os participantes assumiram nas justificações dadas às suas respostas, merece a pena sublinhar que, tanto no pré-teste como no pós-teste, a certeza média atingiu valores de pelo menos de 4,5, em todas as categorias onde este parâmetro foi considerado.

Os resultados obtidos nas Questões 1 e 2 sugerem que existe alguma legitimidade para admitir que esta evolução se poderá ficar a dever à abordagem de ensino e aprendizagem implementada na turma. Emergem, com efeito, das análises anteriores indicadores favoráveis à abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, particularmente no âmbito de questões de carácter mais qualitativo, como é o caso da Questão 1.

#### 4.2.1.2 - Aceleração

Com a Questão 3, pretendia-se que os alunos fossem capazes de distinguir o essencial (para optar pelo automóvel com maior poder de aceleração) do acessório, no conjunto de informações fornecidas sobre as características de dois modelos de automóvel. As respostas estão indicadas na Figura 4.3.

Da análise da observação da Figura 4.3, verifica-se que, antes da implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, nenhum aluno da turma apresentou respostas consideradas “*cientificamente aceite*”, e apenas um número reduzido de alunos obteve respostas inseridas na categoria “*cientificamente incompleta*”. Os dados parecem mostrar ainda, que a maior parte dos alunos sentiu dificuldades em distinguir o essencial do acessório, uma vez que a maioria das respostas se inseria na categoria “*cientificamente rejeitada*”, “*sem explicação*” e “*outras*”.



**Figura 4.3** - Questão 3: distribuição de respostas e certeza média

A análise das justificações dadas pelos alunos (quando existiam) revelaram que estes se sentiram confusos com o excesso de informação disponibilizada e, em face disso, ou usaram indiscriminadamente os vários parâmetros fornecidos ou não explicaram a resposta. Em certas justificações, esses parâmetros eram de tal forma confundidos e misturados que as respostas em causa foram inseridas na categoria “outras”. As confusões mais comuns verificaram-se entre os conceitos de aceleração e de potência (*“Soma-se a cilindrada com a potência e o que der maior é o que tem mais poder de aceleração”*, resposta do aluno número onze). É ilustrativo ainda o facto da grande maioria dos alunos envolvidos neste estudo terem optado pelo Renault Clio 1,2RT, devido ao facto de a este estar associada uma maior potência e, por isso, na opinião deles, *acelerar mais*; foi o que referiram os alunos números treze e dezoito, respectivamente: *“Escolhia o Renault Clio 1.2 RT]... porque, embora tenha uma cilindrada menor, o que interessa é a potência quando se quer acelerar. Por isso é que ele gasta mais, porque acelera mais”*, *“Optaria pelo Renault Clio 1.2 RT porque tem uma potência maior logo acelera mais depressa que o outro carro”*.

Após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, embora se tivesse constatado a persistência do mesmo tipo de dificuldades, os resultados melhoraram substancialmente. Assim verificou-se, em relação ao pré-teste, uma diminuição da percentagem de respostas que evidenciaram aquelas dificuldades, como ilustram as seguintes respostas: *“Embora a potência do 1º carro [Renault Clio 1.2 RT] seja maior que a do 2º [Renault Twingo 1.2 Easy], o que interessa é o tempo que cada um demora a passar dos 0 até aos 100 km/h, pois a aceleração é a variação da velocidade a dividir pela variação do tempo, logo, o 2º carro tem um maior poder de aceleração”* (aluno número

onze); “[Escolhia o Renault Twingo 1.2 Easy],... *porque demora menos tempo a conseguir chegar à velocidade de 100 km/h*” (aluno número dezoito).

Em relação à certeza média que os participantes apresentaram nas respostas, constatou-se que, antes da implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, esta foi inferior a 3,5. Após a abordagem do ensino e aprendizagem, cresceu de forma acentuada a certeza média nas suas respostas, apesar de esse crescimento ser maior nas respostas inseridas na categoria “*cientificamente rejeitada*” (de 3,4 para 4,5) do que nas respostas inseridas na categoria “*cientificamente incompleta*” (de 3,0 para 3,7). Os alunos que deram respostas “*cientificamente aceite*” pareceram sentir-se confiantes nas mesmas, constatação que foi sustentada pela observação do valor da certeza média igual a cinco na categoria correspondente.

As observações efectuadas parecem indicar um relativo sucesso dos alunos no domínio do conceito de aceleração. No entanto, a evolução alcançada parece ficar a dever-se à abordagem de ensino e aprendizagem proposta.

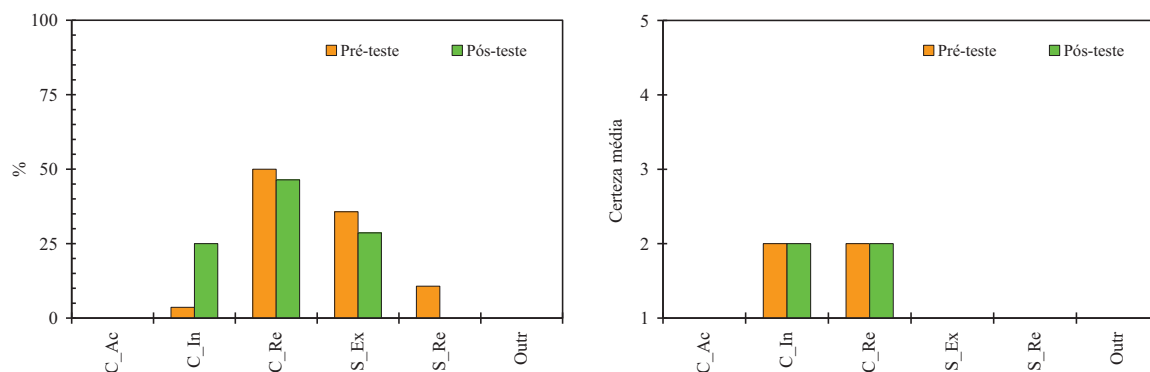
#### 4.2.1.3 - Binómio força-movimento

O binómio força-movimento foi abordado nas Questões 4, 6 e 10.

A análise dos resultados obtidos na Questão 4, que se centrava na representação das forças que actuavam num autocarro que se deslocava numa estrada rectilínea com velocidade de valor constante, é mostrada na Figura 4.4.

A observação visual da Figura 4.4, mostra, que, quer antes, quer após a implementação do ensino e aprendizagem nenhum aluno apresentou uma resposta inserida na categoria de “*cientificamente aceite*”. Tal poderá dever-se à dificuldade que os alunos manifestaram em conceber a ocorrência de movimento da camioneta sem que a resultante das forças aplicadas naquela seja diferente de zero. Verificou-se que, à semelhança do descrito no estudo realizado por Neto (1998), os alunos mostraram dificuldade em estabelecer ligações lógicas significativas entre factos científicos e as respectivas leis explicativas – no caso, entre o estado de movimento rectilíneo e uniforme e a condição de anulamento da força resultante – e de a aplicar a situações concretas.





**Figura 4.4** - Questão 4: distribuição de respostas e certeza média

Antes da implementação do ensino e aprendizagem, parece-nos elevada (35,7%) a percentagem de alunos que não explicou a origem das forças que representou. O cenário não mudou muito após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem da unidade temática.

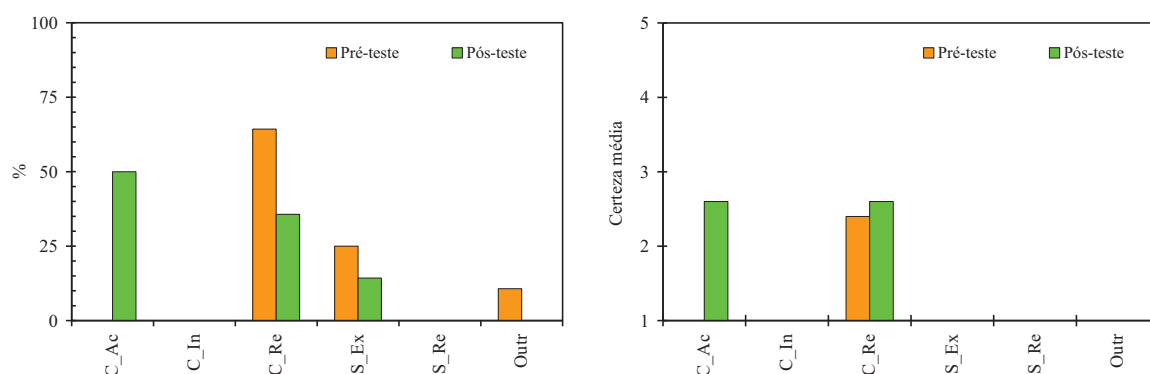
Verificou-se também que, no pré-teste, a totalidade dos intervenientes omitiu a componente normal da reacção do solo sobre a camioneta e por outro lado, representou uma força no sentido do movimento que, regra geral, não se localizava na camioneta mas sim sobre ela, ou à sua frente, ou atrás. Aconteceu, ainda, em certos casos, essa “força” assumir contornos misteriosos, assemelhando-se a uma espécie de fluído que se deslocava em torno do autocarro. Exemplos ilustrativos destes factos são as respostas adiantadas pelos alunos no pré-teste, “*Esta força é a força que puxa o autocarro para a frente e vem do motor do autocarro*” (aluno número seis), ou “*as forças vêm do movimento do autocarro*” (aluno número um).

A análise do gráfico da Figura 4.4 permite ainda verificar que, após a implementação do ensino, um número maior de alunos foi capaz de indicar, pelo menos, uma das forças aplicadas na camioneta, o que se pode inferir através do ligeiro aumento da percentagem de respostas na categoria “*cientificamente incompleta*”. Essa, força foi, regra geral, o peso da camioneta; alguns alunos identificaram-na como a acção da Terra sobre ela, como sendo entidades físicas autónomas, aparentemente desligadas, uma vez que referiram que a camioneta estava sujeita *ao peso e à atracção da Terra*. A propósito deste facto, Neto (1998) refere que esta ideia poderá resultar, pelo menos em parte, da distinção prematura que o programa em vigor e os manuais escolares para o 7º e 9º anos de escolaridade

pretendem, em geral, estabelecer entre peso e força gravítica. Ora, tal distinção, precoce para a maioria dos alunos, acaba por revelar-se, segundo este autor, contraproducente.

No que concerne à certeza que os inquiridos colocaram na resposta, verificou-se que, no pré e pós-teste, essa certeza média nunca ultrapassou o valor três. Tal parece ser mais um reflexo da dificuldade que os alunos manifestaram em justificar a origem das forças que representaram. Com efeito, o valor da certeza média parece significar que os alunos, quando representaram aquele tipo de forças, não estavam muito convictos na representação que efectuavam.

Na Questão 6, pediu-se aos alunos que assinalassem e justificassem a opção que representava correctamente a(s) força(s) que actuava(m) num bloco de madeira que se deslocava em cima do tampo de uma mesa em virtude de um empurrão que lhe foi dado. Na Figura 4.5 apresentam-se os resultados obtidos.



**Figura 4.5** - Questão 6: distribuição de respostas e certeza média

Como mostra a Figura 4.5, antes da implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, nenhum aluno apresentou uma resposta considerada “*cientificamente aceite*”. Tal ficou a dever-se, essencialmente, quer ao facto de alguns alunos não terem sentido a necessidade de recorrer a forças contrárias ao sentido do movimento, nem serem capazes de conceber a ocorrência de movimento do bloco de madeira sem que, aplicado sobre ele, estivesse uma força na direcção e sentido do movimento, quer ao facto de outros alunos simplesmente não explicarem a opção perfilhada. A grande maioria das respostas recaiu sobre a situação em que a única força representada é a que actuava na direcção e sentido do movimento (resposta considerada “*cientificamente rejeitada*”). A justificação para esta opção, na opinião dos inquiridos, parece dever-se ao facto de que, quando se dá

um empurrão no bloco de madeira, também se dá força ao mesmo bloco. Desse modo, segundo eles, o bloco *armazena* essa força que vai *usando* até que ela se *gaste*, altura em que o bloco pára. Este tipo de dificuldade em lidar com o binómio força-movimento tinha já sido descrito por diversos autores (Sequeira e Leite, 1991 e Neto, 1998). No entanto, observou-se algo que não tinha sido encontrado na literatura consultada: a ideia de que a intensidade da força comunicada ao bloco, e adquirida por este, deveria diminuir no decurso do movimento do bloco pelo facto da distância dessa força ao agente criador aumentar. É ilustrativa, a este propósito, a justificação de um aluno, para o facto de ter escolhido a opção onde não existia nenhuma força aplicada ao bloco de madeira: “*Não havia nenhuma força no bloco de madeira porque ele já estava longe do homem que lhe deu um empurrão e essa força vai diminuindo com a distância em relação ao homem. Quanto mais longe do homem menor a força*” (aluno número dezoito).

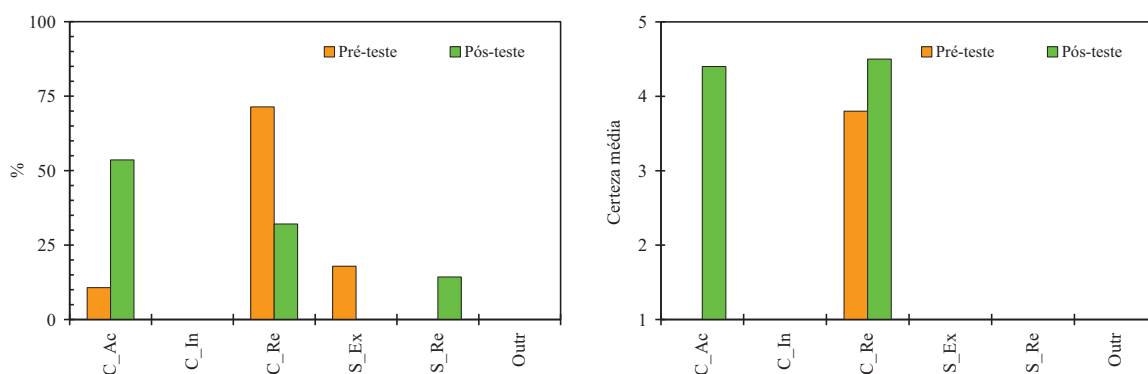
Encontraram-se ainda outras justificações dignas de reparo, como é o caso do modo como um aluno resolveu a contradição entre a presença da força na direcção do movimento e o facto de o bloco ter que acabar por parar: “*Durante o movimento a força puxa para frente e o ar empurra para trás porque o bloco de madeira não é aerodinâmico, por isso ele acabará por parar, embora tenha uma força a puxar para a frente*” (aluno número dezanove).

Após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, verificou-se que a percentagem de respostas inseridas na categoria “*cientificamente aceite*” aumentou em relação ao pré-teste. Nas justificações avançadas pelos alunos para a existência de uma força no sentido do movimento do bloco de madeira, encontraram-se aspectos de natureza diferente daqueles detectados antes da abordagem do ensino e aprendizagem. Para alguns alunos, a força no sentido do movimento do bloco de madeira vai-se “*gastando*” no “*combate*” à força de atrito, e, enquanto que, para outros, essa força era constituída por energia que se libertava do corpo à medida que ele se movia: “[Não está aplicada nenhuma força no bloco de madeira]...*porque a força que se deu ao bloco gastou-se e ele está a parar*” (aluno número nove, no pré-teste); “[Está aplicada uma força no sentido do movimento do bloco de madeira]...*porque é a força que a pessoa lhe deu para a frente*” (aluno número cinco, no pré-teste); “*Tem uma força para a frente que se deu e o atrito a contrariar. A força para a frente é maior, claro que depois vai-se gastar a combater o atrito do chão*” (aluno número nove, pós-teste).

No que concerne à certeza dos alunos, os valores médios são, no pré e no pós-teste, nunca superiores a três. Tal parece indicar que os alunos não se sentiram muito à vontade em lidar com situações que envolvessem a relação força-movimento.

Assim, do exposto parecem surgir evidências de que a abordagem de ensino proposta não foi suficiente para que, neste caso particular, os alunos interiorizassem que um corpo se pode mover sem que, necessariamente, uma força na direcção e sentido do movimento actue sobre ele. Embora a análise dos resultados obtidos mostre, em termos absolutos, uma ligeira evolução positiva, parecem subsistir ainda dificuldades dos alunos em lidar com situações do género da criada naquela Questão.

A Questão 10 incidia também sobre a relação força-movimento mas num contexto diferente. Com efeito, pretendia-se que os alunos representassem a(s) força(s) que actua(m) numa bola lançada verticalmente para cima quando esta se encontrava a subir.



**Figura 4.6** - Questão 10: distribuição de respostas e certeza média

Por observação da Figura 4.6, é possível constatar que, antes da implementação do ensino e aprendizagem em estudo, a percentagem de respostas inseridas na categoria “cientificamente aceite” era inferior a 11%. Apenas 10.7% dos inquiridos foram capazes de apresentar respostas que satisfizeram os critérios previamente definidos e apresentados no início deste ponto, para a sua inclusão naquela categoria de resposta.

Tal como aconteceu no contexto da Questão 6, quer antes quer após a leccionação da unidade “Movimentos na Terra e no Espaço”, a força no sentido do movimento do corpo continuou a marcar presença. Mais uma vez, os alunos não conseguiram furtar-se à necessidade da presença daquela força. Essa presença tornou-se de tal forma predominante

que, alguns participantes deste estudo foram ao ponto de desconsiderarem completamente o peso da bola: *“O homem deu à bola uma força que ela utiliza para subir”* (aluno número vinte e quatro). Limitaram-se, simplesmente, a representar uma força dirigida de baixo para cima, sustentando que esta era suficiente para caracterizar o movimento da bola. À semelhança dos estudos de diversos autores (Leite e Sequeira, 1991 e Neto, 1998), também neste caso os alunos consideraram que o peso não satisfazia a necessidade de justificar a existência de um movimento ascensional e, por isso, imaginaram uma força no sentido do movimento: *“A força que puxa a bola para cima veio da pessoa que a atirou”* (aluno número dezoito), ou *“Só tem esta força para cima porque vai a subir...a força é dada por quem atira a bola”* (aluno número dezanove). Por vezes, esta força pareceu funcionar como uma força motriz, atributo de todos os corpos em movimento. Após o ensino e aprendizagem, os alunos passaram a considerar (nas representações que fizeram) o vector peso da bola; no entanto, 7 alunos continuaram a desenhar um vector força no sentido do movimento, *“Têm a força a puxar para cima e o peso para baixo”* (aluno número dezanove) ou *“O homem dá uma força à bola e a bola já tinha o seu peso”* (aluno número vinte e quatro).

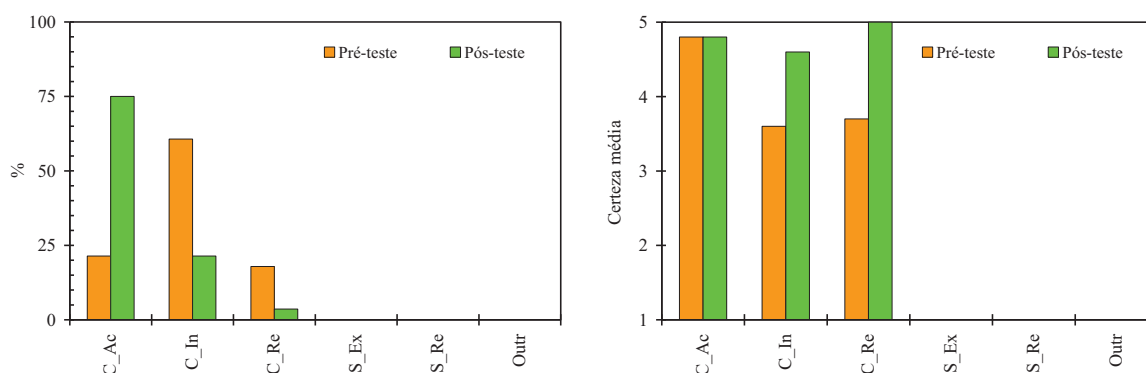
Surgiram também neste contexto, antes da implementação do ensino, confusões generalizadas com o conceito de energia potencial gravítica, que parecia assumir aqui o papel de força que obsta ao movimento e que, a dado momento, “vence” a força motora que impulsiona o corpo no sentido ascendente: *“Tem uma força para cima que foi dada pela mão que atirou a bola e a força potencial que aumenta com a altura. Em B estão as duas e em C só está a força potencial que puxa o corpo outra vez para baixo”* (aluno número três). Após a implementação do ensino, regra geral, essa “força” derivada da energia potencial do corpo deu lugar ao peso da bola: *“A força para cima foi dada pela pessoa e para baixo está o peso que todos os corpos têm”* (aluno número três).

É curioso verificar, através do parâmetro certeza média, que, antes da aplicação do ensino e aprendizagem, era grande a convicção dos alunos de que existia uma força a puxar a bola no sentido ascendente (3,8). Contudo, após a abordagem do ensino e aprendizagem, a convicção na existência desta força continuava a existir, uma vez que a certeza média das respostas inseridas na categoria “cientificamente rejeitada” continua a tomar um valor elevado (4,5), ocorrendo até o seu aumento.

#### 4.2.1.4 - Lei da Inércia

Na Questão 5, os alunos eram solicitados a ler uma pequena história e a opinar sobre a veracidade da justificação dada por um empregado de uma empresa que comerciava ovos, para o facto de, durante o transporte destes, alguns terem desaparecido das suas caixas. Com esta Questão, pretendia-se que os alunos mobilizassem o conceito de inércia que subjaz à Primeira Lei de Newton.

Antes da implementação do ensino e aprendizagem, a percentagem de respostas inseridas na categoria de “cientificamente incompleta” era elevada 60,7%, como se indica na Figura 4.7.



**Figura 4.7** - Questão 5: distribuição de respostas e certeza média

Não se encontraram no pré-teste respostas inseridas na categoria “não explica”, “não responde” e “outras”. Todos os participantes ou deram respostas “cientificamente aceite”, ou deram respostas “cientificamente incompleta”, ou “cientificamente rejeitada”.

Após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, a percentagem de alunos que foi capaz de interpretar e justificar correctamente a situação criada no contexto da Questão 5 cresceu na turma, passando de 21,4% para 75%. Com efeito, após a abordagem do ensino e aprendizagem, os elementos da turma em estudo aduziram novos argumentos para explicar a situação em causa, argumentos esses onde era possível identificarem a presença explícita do conceito de inércia e a ligação desta Questão a contextos problemáticos nos quais os alunos trabalharam durante as aulas de resolução de problemas, como acontece com os exemplos que se seguem: “Os ovos não saltam nem para a frente nem para trás, continuam para a frente tal como iam antes da carrinha

travar” (aluno número dezassete no pré-teste); e “*Se a carrinha vai para a frente, mesmo durante a travagem, os ovos também vão porque eles estão na carrinha e não tem pernas para saltar para trás*” (aluno número dezanove no pré-teste). Após a implementação do ensino e aprendizagem, as respostas destes mesmos alunos foram, respectivamente; “*Devido à inércia dos ovos eles mantêm a velocidade de 70km/h*” e “*Se a carrinha ia a 70km/h os ovos também iam, como nós dentro de um carro, se o carro travar vamos para a frente, por isso é que se tem cintos de segurança, se a carrinha travar os ovos vão para a frente. Isto tudo por causa da inércia*”.

No que respeita ao parâmetro certeza média, como se mostra na Figura 4.7, verificou-se que, antes da implementação da abordagem do ensino e aprendizagem em estudo, a certeza que os alunos mostraram na justificação da resposta foi elevada (4,8) talvez devido à familiaridade da situação. Após a sua implementação, a certeza média na categoria de resposta “*cientificamente aceite*” manteve-se. Na categoria de resposta “*cientificamente incompleta*”, aumentou a certeza média dos alunos na turma. Por fim, na categoria de respostas “*cientificamente rejeitada*”, aumentou também a certeza média dos alunos da turma, o que parece evidenciar maior confiança destes nas justificações advogadas.

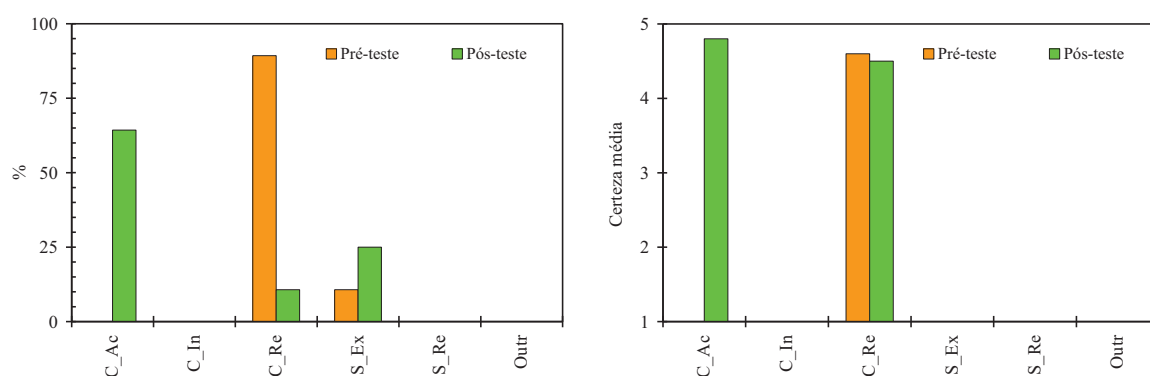
Esta evolução poderá ficar a dever-se à abordagem de ensino aplicada à turma. Parecem dela emergir indicadores favoráveis à abordagem de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, pois a pluralidade de contextos problemáticos, onde o conceito de inércia foi abordado nomeadamente no âmbito dos acidentes e da necessidade de usar meios de protecção adequados, parece ter implicado numa evolução nas respostas dos alunos, bem como uma maior confiança destes na abordagem de situações análogas às trabalhadas nas aulas, embora ainda pese a confiança nas respostas inseridas na categoria “*cientificamente rejeitada*”.

As dificuldades detectadas neste estudo, no que concerne aos aspectos que revestem a Primeira Lei de Newton, tinham já sido previstas (Neto, 1998) no âmbito da revisão de literatura (2.3) efectuada a propósito de dificuldades relacionadas com os conceitos de Física estudados na unidade “Movimentos na Terra e no Espaço”.

#### 4.2.1.5 - Terceira Lei de Newton (Questões 7 e 8)

Para saber se os alunos compreendiam o conceito de força como o resultado de interacção entre os corpos, à luz da Terceira Lei de Newton, foram colocadas duas Questões (7 e 8).

Na Questão 7, dois veículos de massas diferentes, deslocando-se em sentidos contrários com valores de velocidades iguais, colidiam. Segundo Neto (1998), a generalidade dos alunos tem imensa dificuldade em aceitar que um objecto de maiores dimensões possa exercer em outro de menores dimensões uma força de valor igual. Não surpreende, por isso, que, antes da implementação do ensino e aprendizagem, nenhum dos alunos tenha uma resposta considerada “cientificamente aceite” e “cientificamente incompleta”, como se mostra na Figura 4.8.



**Figura 4.8** - Questão 8: distribuição de respostas e certeza média

A maioria dos alunos releva a importância da massa no valor das forças resultantes da interacção entre os automóveis envolvidos na colisão. Para eles, os automóveis podiam ter mais ou menos força consoante a sua massa, pelo que automóveis diferentes tinham forças diferentes, argumentando que a força era tanto maior quanto maior fosse a massa do automóvel.

A abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas proposta na turma parece ter produzido um efeito positivo. De facto, após a sua aplicação, diminuiu a percentagem de respostas “cientificamente rejeitada” e aumentou a percentagem de respostas “cientificamente aceite”. A grande maioria dos alunos pareceu agora ser capaz, pelo menos neste contexto das colisões, de entender as forças como



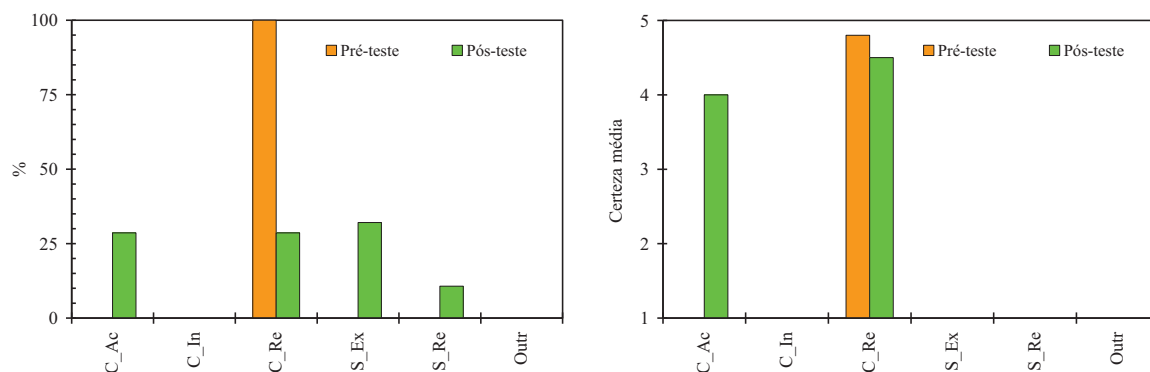
resultado de interacções simétricas entre corpos: “*A intensidade das forças é igual porque não depende da massa dos automóveis*” (aluno número seis); “*A força que A exerce sobre C tem a mesma intensidade que a que C exerce sobre A*” (aluno número sete) e “*As forças surgem sempre iguais quando os corpos colidem*” (aluno número treze).

Por último, a análise da média dos valores correspondentes à certeza dos alunos nas respostas consideradas nas diferentes categorias (Figura 4.8) sugere que, antes da implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, a grande maioria dos participantes confiava na justificação dada para a opção efectuada, o que parece mostrar a forte convicção destes na ideia de que o valor da força que um automóvel exerce sobre o outro é proporcional à sua massa.

Após a aplicação do ensino e aprendizagem, a certeza média apresenta novamente valores elevados, tanto para as respostas “*cientificamente aceite*” (4,8), como para as “*cientificamente rejeitada*” (4,5).

Na Figura 4.9 encontram-se os resultados obtidos na análise conjunta das respostas às Questões 8.1 e 8.2. Nestas Questões representava-se uma situação de jogo da corda entre um conjunto de jovens. Na Questão 8.1, o conjunto da esquerda estava a ganhar, enquanto que, na Questão 8.2, era o conjunto da direita que estava a ganhar. Os alunos foram convidados a assinalar a opção que melhor representava a relação entre a intensidade das forças que cada conjunto de jovens exercia sobre o outro conjunto.

Da análise dos dados inseridos na Figura 4.9, para o pré-teste e para ambas as Questões, dá-se conta de uma grande diversidade de resposta, o que constitui um indicador das insuficiências daqueles no domínio do conceito de força. Alguns dos alunos optaram pelo esquema cujo comprimento do vector força era maior para o conjunto que estava a ganhar o jogo da corda, o que acontecia porque se os jovens estavam a ganhar era porque “*têm mais força, logo o vector-força nesse conjunto de jovens tem que ser maior*”.



**Figura 4.9 - Questão 8: distribuição de respostas e certeza média**

Outros alunos optaram pelo esquema cujo comprimento do vector força representado era maior no conjunto que estava a perder o jogo da corda. Nesse caso, justificavam-se referindo que o conjunto de jovens que estava a perder “*têm que estar a ser puxados com uma força maior*”. Um dos alunos foi ainda mais categórico na justificação que preconizou: “*É obvio que quem está a ganhar tem que ter mais força!*” (aluno número treze).

Os dados apresentados na Figura 4.9 mostram uma evolução positiva das respostas, para ambas as Questões. A implementação do ensino e aprendizagem parece evidenciar que uma grande percentagem dos alunos foi capaz de transferir a aprendizagem conseguida no âmbito de contextos problemáticos que surgiram nas aulas para o contexto do jogo da corda. O cruzamento dos resultados obtidos na Questão 7 com os resultados obtidos nas Questões 8.1 e 8.2 permitiu corroborar esta afirmação: enquanto que na Questão 7, a percentagem de respostas “*cientificamente aceite*” sofreu uma evolução superior a 50%, nas Questões 8.1 e 8.2 essa evolução não ultrapassou os 30 %.

Nota-se, pelas respostas dadas por alguns dos alunos, no pós-teste, que estes pareceram encarar a situação do jogo da corda como o resultado da interacção de dois sistemas diferentes – um correspondente ao conjunto que estava a ganhar e outro referente ao conjunto que estava a perder –, e que desconsideraram a presença das forças em cada conjunto de jovens como o resultado da interacção entre eles: “*A força é maior no conjunto de meninos que está a ganhar porque eles criam mais força*” (aluno número nove); “*Os meninos que estão a ganhar têm que ter mais força, por isso é que o vector que está desenhado neles é maior*” (aluno número onze) e “*Cada conjunto faz uma força na*

*corda, se um ganha é porque a força que eles estão a fazer na corda é maior”* (aluno número vinte e dois).

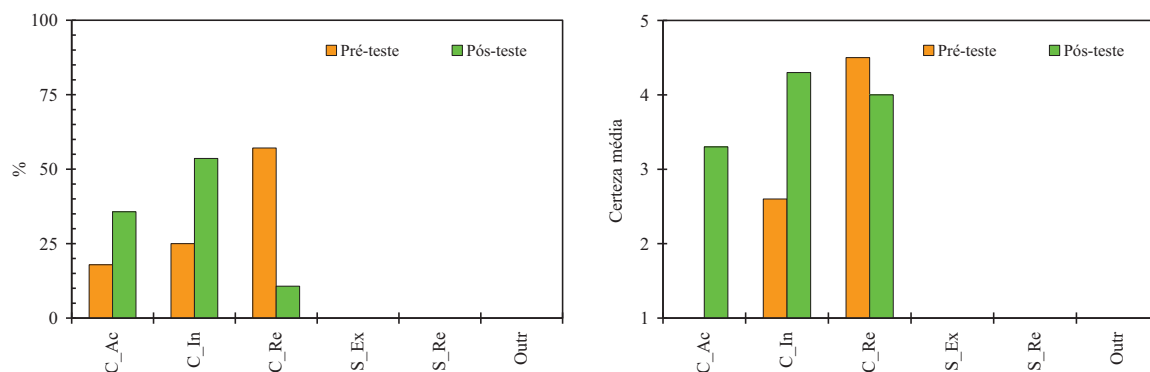
A análise dos dados colocados na Figura 4.9, permitiu ainda constatar que a certeza média dos alunos nas respostas inseridas na categoria “*cientificamente rejeitada*” diminuiu nos dois contextos.

Dos resultados expostos para o conjunto das três Questões incluídas neste ponto, parece poder concluir-se que a abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas produziu um efeito positivo na turma, pelo menos em contextos similares aos trabalhados nas aulas. Da análise em contextos mais académicos, o mesmo não se pode inferir. No entanto, parecem persistir, após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, dificuldades em perceber que a Terceira Lei de Newton se refere a interacção entre corpos; de facto, à luz do que refere Neto (1998), os alunos entendem a força como um atributo dos corpos e não como entidade interactiva.

#### 4.2.1.6 - Interpretação de gráficos

Com a Questão 9, pretendia-se avaliar se os alunos eram capazes de interpretar correctamente gráficos de movimento, particularmente gráficos velocidade/tempo. Os resultados obtidos estão indicados na Figura 4.10.

A análise aos resultados obtidos no pré-teste verificou-se um reduzido número de respostas inseridas na categoria “*cientificamente aceite*”. Antes da implementação do ensino, a grande maioria dos participantes deu respostas inseridas na categoria “*cientificamente rejeitada*” e “*cientificamente incompleta*” como acontece com as seguintes: “*Então, basta olhar para o gráfico para ver que primeiro vai a subir uma rampa depois vai num sítio plano e depois sobe outra rampa menos inclinada*” (aluno número dois); “*A primeira recta é a subir, a segunda é plana e a terceira é a subir menos*” (aluno número nove) e “*Porque ele vai a subir a primeira encosta, depois anda para a frente e só depois é que sobe pela outra encosta*” (aluno número treze).



**Figura 4.10** - Questão 9: distribuição de respostas e certeza média

Após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, é possível evidenciar que a percentagem de respostas “cientificamente aceite” e “cientificamente incompleta” aumentou consideravelmente, muito em especial nesta última categoria (53,6%). Esses aumentos são acompanhados de uma diminuição da percentagem de respostas que relacionaram a forma do gráfico com a forma da trajectória do movimento descrito pelo ciclista, como é o caso da resposta do aluno número dois: “Porque vê-se no gráfico que a velocidade primeiro está a aumentar, depois, como a recta fica paralela ao eixo do  $t$ , a velocidade não varia e depois, como deixa de ser paralela, varia outra vez”.

Estes resultados parecem evidenciar uma evolução das respostas dadas pelos alunos, verificando-se isto, essencialmente, ao nível da capacidade de interpretação gráfica.

Outro aspecto a assinalar é a diferença da certeza média incluída nas várias categorias de respostas, antes da aplicação do ensino. A certeza média, de facto, varia de um valor 4,5 para as respostas inseridas na categoria “cientificamente rejeitada”, 1,0 para as respostas “cientificamente aceite” e 2,6 para as inseridas na categoria de “cientificamente incompleta”. Esta evidência permite levar admitir que os alunos apresentaram mais certezas nas respostas “cientificamente rejeitada”.

Após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, a certeza média dos alunos nas respostas tendeu a homogeneizar-se nas diferentes categorias em que foi considerada (“cientificamente rejeitada” 4,0, “cientificamente aceite” 3,4 e “cientificamente incompleta” 4,3). Com efeito, a turma passou a atingir uma média superior a três nas categorias de respostas “cientificamente aceite” e “cientificamente incompleta”. Tal parece traduzir um aumento da confiança dos alunos, após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, na interpretação de gráficos de

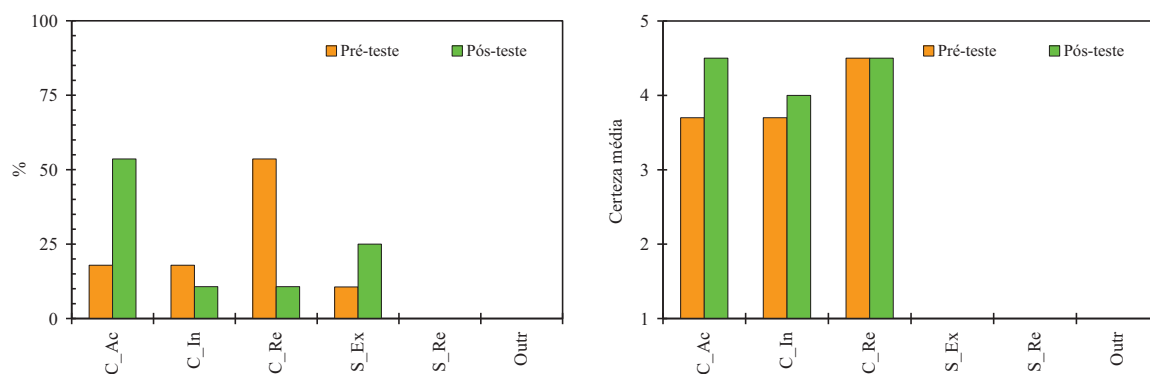
movimento. Verifica-se, ainda, uma diminuição da certeza média nas respostas “cientificamente rejeitada”.

Constata-se, contudo que, após a aplicação da abordagem do ensino em estudo, três alunos continuaram a revelar dificuldades na interpretação do gráfico apresentado na Questão 9.

#### 4.2.1.7 - Gravidade

Na Questão 11, afirmava-se que um astronauta na Lua largava uma maçã. Representaram-se cinco situações onde uma possível força actuava na maçã e solicitava-se aos alunos que escolhessem, de entre as cinco situações, a que melhor traduz a situação descrita e que justificassem a opção perfilhada.

Ora, a análise aos resultados obtidos conforme se mostra na Figura 4.11, permite verificar que o desempenho dos alunos foi de apenas 17,9% nas respostas “cientificamente aceite”. Antes da implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, a grande maioria dos participantes deu respostas inseridas na categoria “cientificamente rejeitada” (57,1%).



**Figura 4.11** - Questão 11: distribuição de respostas e certeza média

Tal como em outros estudos (Neto, 1998), os alunos com que se trabalhou começaram por atribuir a ausência de força a actuar sobre a maçã à inexistência de gravidade na Lua. Segundo eles, “*Como na Lua não existe atmosfera também não há gravidade e a maçã fica suspensa sem nenhuma força a actuar sobre ela*” (aluno número três). Um outro aspecto importante tem a ver com o facto de os alunos considerarem que a gravidade é uma

característica exclusiva da Terra e, dado que a Lua se encontra a grande distância da Terra, não sofre atracção gravítica desta: *“A Lua está longe da Terra e por isso não apanha com gravidade da Terra”* (aluno número dezanove). Este aspecto está de resto, de acordo com o que já se tinha verificado a propósito da Questão 7 (porque está longe, *deixou de ter força*). Segundo Neto (1998), tal poderá constituir um indicador do reduzido impacte nos alunos do programa de Ciências Físico-Químicas do 7º ano, onde a Lei da Gravitação Universal aí abordada a nível introdutório não terá tido influência significativa. É curioso que alguns dos alunos referiram ainda que a maçã devia flutuar sem que qualquer força actuasse sobre ela, por causa da gravidade: *“Se largar lentamente a maçã, sem lhe dar nenhum impulso para baixo, ela flutua”* (aluno número dez). Outros optaram pela opção na qual estava representada a força de direcção vertical e de sentido de baixo para cima (opção dois) e justificaram que, se não há gravidade, os objectos vão para cima, por isso é que os astronautas *têm que usar chumbos nos pés tal como os mergulhadores* (aluno número vinte e um).

Por outro lado, a grande maioria dos alunos que assinala a opção correcta parece aceitar que existe uma força gravítica exercida na maçã mas apenas porque ela é *“pesada”* e não devido a uma interacção gravítica entre a maçã e a Lua.

É também interessante verificar que os alunos que avançaram argumentações *“cientificamente rejeitada”* aparentaram ter grande certeza nas mesmas, facto que foi traduzido pela certeza média elevada, antes da implementação do ensino e aprendizagem, nas respostas inseridas na categoria *“cientificamente rejeitada”*.

Após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, parecem surgir evidências de uma melhoria das respostas dos participantes em relação ao pré-teste. No entanto, ficaram algumas dúvidas em relação a este aparente sucesso. Tal deve-se, essencialmente, ao facto de um grande número dos alunos desta turma deixar transparecer que aceitava a presença da força gravítica na Lua por se tratar do caso concreto da Lua e não de outro corpo qualquer fora da Terra. A suspeita com que se ficou foi fundamentada pelas explicações dos alunos: *“trata-se da Lua e na Lua é como na Terra, também há força da gravidade”* (aluno número um) e *“Porque a Lua é parecida com a Terra, lá também há gravidade só que é menor”* (aluno número vinte e cinco).

De toda a forma, para conseguir dissipar estas dúvidas, seria necessário mudar o contexto onde decorre a acção ou, quiçá, reformular completamente a Questão em si.

#### **4.2.2 - Síntese da análise dos resultados obtidos no teste de conhecimentos**

Uma análise global dos resultados obtidos através do teste de conhecimentos, como se mostra na Figura 4.12, permite inferir que, embora o número de alunos não seja muito grande (28 alunos), podemos depreender que a abordagem de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas parece ter contribuído para a promoção da aprendizagem de conceitos de Física.

De facto, nas onze Questões em que se analisou o percurso dos alunos do pré para o pós-teste, verificou-se que, em dez delas, os alunos apresentaram uma evolução positiva em termos percentuais relativamente grande.

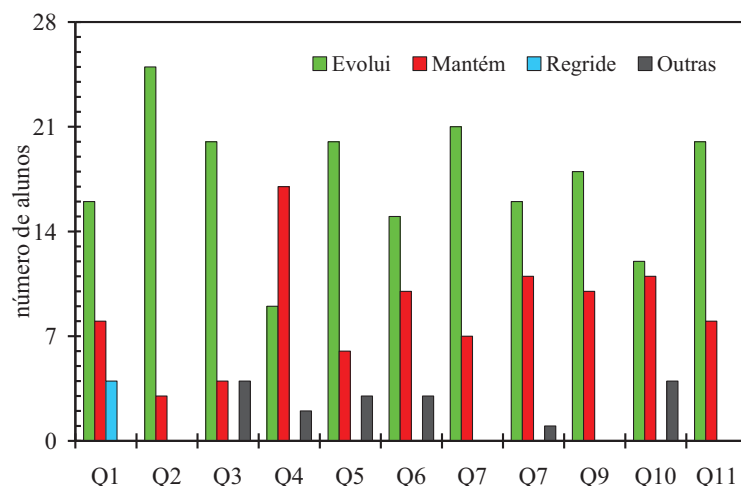
No que concerne ao tópico “velocidade média/velocidade instantânea e rapidez média” (Questão 1 e 2), em ambas as Questões verificou-se uma elevada evolução na turma. Essa evolução foi superior a 55% (16 alunos) na Questão 1, atingindo mesmo cerca de 89% (25 alunos) na Questão 2.

No que diz respeito ao tópico “aceleração”, (Questão 3), constata-se, através da análise da Figura 4.12, que é elevada a percentagem de alunos que evoluiu nesse tópico, após a implementação da abordagem de ensino e aprendizagem em estudo, mais de metade da turma (20 alunos).

No que se prende com o tópico “binómio força-movimento” verifica-se que, regra geral, é reduzido o número de alunos que evolui, só se verificando apenas no contexto da Questão 4 (9 alunos). Nas Questões 6 e 10 a evolução dos alunos da turma é superior a 42% (15 e 12 alunos).

Em relação ao tópico “Lei da Inércia”, Questão 5, constata-se que a evolução é de 71,4% (20 alunos).

Para o tópico “Terceira Lei de Newton”, Questões 7 e 8, a evolução dos alunos da turma é bastante acentuada, superior a 57,1%, (16 alunos) correspondendo, em ambas as Questões, a mais de metade da turma.



**Figura 4.12** – Percurso dos alunos do pré para o pós-teste

No que diz respeito quer ao tópico “interpretação de gráficos”, Questão 9, quer ao tópico “gravidade”, Questão 11, constata-se que há uma evolução superior a 60% (18 e 20 alunos).

Os resultados parecem mostrar uma evolução acentuada do pré para o pós-teste donde se poderá inferir que a abordagem de ensino implementada na turma teve um efeito positivo.

### ***4.3 - Análise dos resultados obtidos no teste de resolução de situações problemáticas***

#### ***1ª fase do estudo***

##### **4.3.1 - Análise comparativa das respostas dos alunos do pré para o pós-teste**

Para dar consecução ao objectivo a que este ponto se reporta (Anexo II), definiram-se os aspectos das propostas de resolução avançadas pelos alunos que se consideraram evidenciar a aquisição das competências associadas às categorias previamente definidas. Esses aspectos são apresentados a seguir.

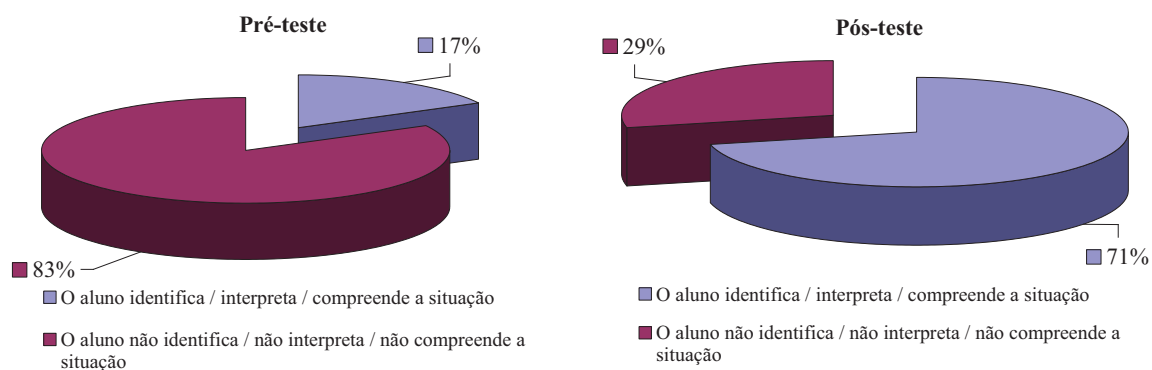


### C1 – O aluno identifica/interpreta/compreende a situação problemática criada

A resposta deve evidenciar que o aluno tem consciência do carácter complexo e multifactorial da situação problemática em causa. Para o efeito, a resposta deve conter indícios de que o aluno foi capaz quer de identificar a presença de um problema e, simultaneamente, definir a natureza deste, quer de traçar os objectivos a atingir.

Assim, procedeu-se à análise das respostas daqueles, para verificar se estas continham ou não aspectos que mostrassem evidências de consciência, por parte dos alunos, que estavam perante um problema, assim como da natureza desse problema e da tarefa que ele envolvia.

Os resultados dessa análise estão indicados na Figura 4.13, onde se pode verificar a percentagem de alunos que foi capaz de identificar/interpretar e compreender a situação problemática criada no pré e no pós-teste.



**Figura 4.13** – Resultados obtidos na categoria C1

Ao observar a Figura 4.13, podemos, assim constatar que houve uma evolução positiva dos alunos da turma. No pré-teste, estes limitaram-se a considerar que a tarefa que lhes tinha sido destinada pressupunha como única solução aquela que obrigava a cuidados com a construção do escorrega [*“Teria que se ter cuidado com a construção do escorrega pois os utentes podem se magoar”* (resposta do aluno número vinte) ou *“Deve ser o mais liso possível pois os utentes podem magoar-se”* (aluno número cinco)]. Raramente mostraram evidências de estarem conscientes da complexidade da situação problemática criada. Limitaram-se, simplesmente, a adoptar uma linha de consecução da tarefa totalmente linear, desligada do carácter multifactorial da situação problemática em causa.

Acresce, ainda, que a maior parte destes alunos aparenta não ter consciência que, ao resolver problemas, muitas das decisões importantes, tais como decidir da natureza do problema, das estratégias a usar, do tipo de representação a construir, dos recursos a mobilizar, são tomadas logo na fase inicial (Neto, 1998).

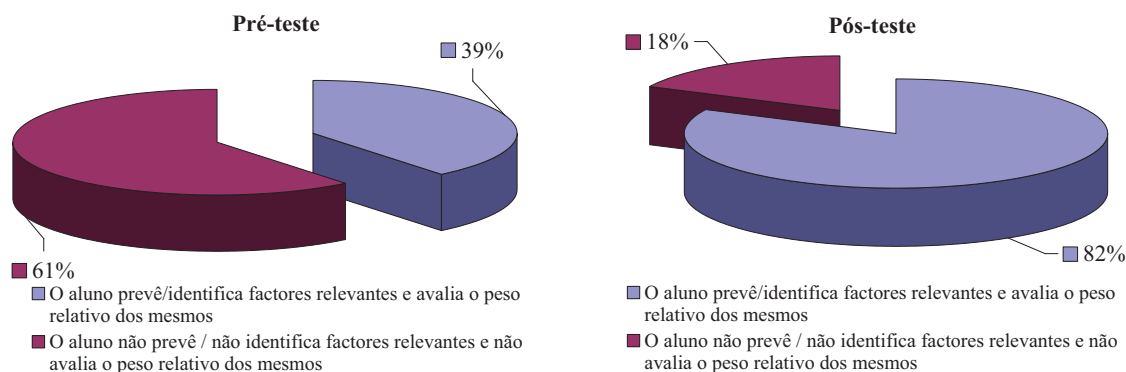
Após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, pode verificar-se que uma elevada percentagem de alunos já apresenta propostas de resolução que demonstram algumas capacidades de identificação/interpretação/ compreensão da situação problemática criada, como se pode averiguar pelos extractos das respostas dadas no pós-teste: “ [...] *é uma espécie de problema, pois tinha que fazer uma investigação para saber o que é importante para a construção do escorrega, a melhor localização, assim como os destinatários...e também as dimensões da piscina*” (aluno número vinte e um); “*Como nas aulas tinha que fazer um plano para resolver a situação, tinha que fazer uma espécie de pequena investigação antes de iniciar a construção do escorrega. Tem que haver uma relação entre a altura do escorrega, o alcance e a profundidade desta*” (aluno número cinco).

#### ***C2 - O aluno prevê/identifica factores relevantes e avalia o peso relativo dos mesmos***

A resposta deve incluir a previsão/identificação de factores a ter em conta na escolha da melhor localização para a construção do escorrega na piscina.

De acordo com a Figura 4.14, a análise dos dados mostra que 39% dos alunos, antes da implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, prevê a existência de factores que condicionam a localização do escorrega na piscina: “ *Quando se coloca um escorrega deve-se ter algumas preocupações, por exemplo, atender à altura dele*” (aluno número quinze), “ [...] *primeiro iria ver a profundidade da piscina e só depois é que escolhia o melhor sítio [...]*” (aluno número dezassete).

Quanto aos alunos que prevêm/identificam factores, constatou-se pelas respostas dadas que a maioria dos alunos apenas identifica um factor.



**Figura 4.14** – Resultados obtidos na categoria C2

No pós-teste, é já evidente uma certa tomada de consciência da necessidade de previsão e identificação de diversos factores inerentes à melhor localização do escorrega na piscina (82% dos alunos), ao mesmo tempo que se verifica uma maior preocupação em identificar o maior número possível de factores necessários à resolução do respectivo problema: *“Há coisas mais importantes e há outras menos importantes. Tinha que ver tudo. Fazer uma sondagem para ver quais as pessoas que as utilizam. Ser construído com o máximo de segurança, ver o tipo de material, e acima de tudo que os utentes não batessem com a cabeça no fundo da piscina”* (aluno número dezassete): *“Há muitos factores que tinham que se tomar em atenção. Dimensão da piscina, utentes que utilizam, material/custo [...]”* (aluno número quinze).

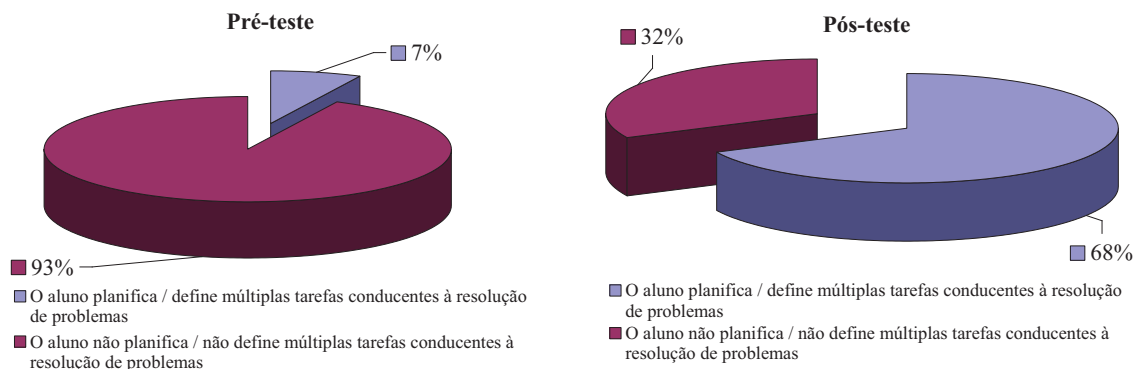
### ***C3 – O aluno planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema***

A resposta deve conter o esboço de um plano geral de resolução. Deve ser possível observar a presença de um procedimento sistemático para tomar decisões e construir possíveis estratégias de acção, o qual deve prever os critérios na base dos quais essas decisões serão tomadas: Que passos seguir? Por que ordem? Quais os mais relevantes? Que critérios adoptar?

Assim, como se pode observar na Figura 4.15, houve uma evolução positiva do pré para o pós-teste (de 7% para 68%).

Analisando mais em pormenor as respostas dadas pelos alunos, *“Para construir um escorrega, é preciso analisar bem o local e essencialmente que ninguém se magoe”* (aluno número treze), antes da implementação do ensino e aprendizagem, estes não sentiram a

necessidade de apresentar um plano geral de resolução que revele a presença de um procedimento sistemático para tomar decisões e construir possíveis estratégias de acção.



**Figura 4.15** – Resultados obtidos na categoria C3

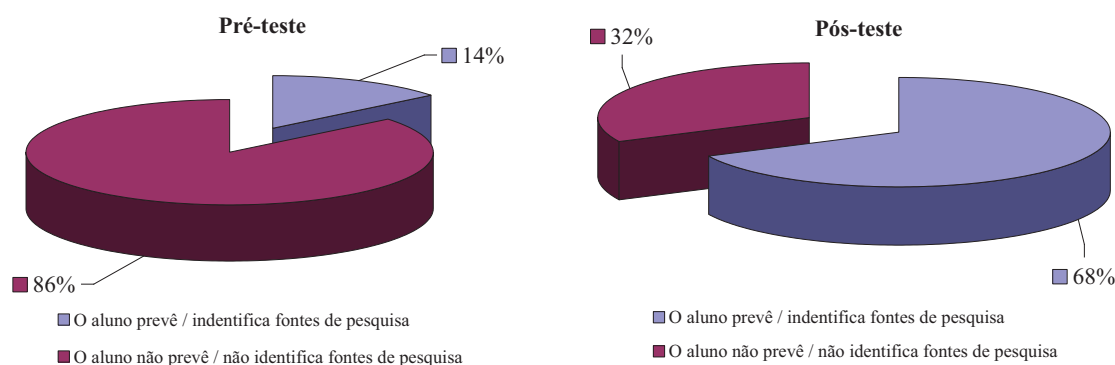
Já no pós-teste, a tentativa de resolução do problema passa por definir as tarefas que podem levar a essa resolução, de um modo sistemático, para se conseguirem alcançar os objectivos pretendidos: *“Teria que fazer um plano para ver o que iria ser necessário investigar. Primeiro iria ver as dimensões da piscina, pois só assim se poderia garantir alguma segurança [...], estudar as questões de segurança [...], teria que investigar quais os seus utentes [...], ter em atenção o material”* (aluno número treze). Os alunos já não abordaram o problema de uma forma superficial. Mostraram uma certa preocupação em aferir da importância de determinados factores na escolha da melhor localização e construção do escorrega, planificando as múltiplas tarefas a realizar.

#### ***C4 – O aluno prevê/identifica fontes de pesquisa***

A resposta deve incluir a previsão/identificação dos múltiplos recursos disponíveis para aceder a informações decisivas para a consecução do problema em causa, como se mostra na Figura 4.16.

A primeira constatação que, no imediato, emerge é o facto de uma grande percentagem de alunos evoluir na categoria em análise. No pré-teste, este parece mostrar que são poucos os alunos (14%) a considerarem a necessidade de obter informação através de vários recursos para uma mais eficaz resolução do problema que têm em mãos:

*“Devemos pedir à Câmara Municipal uma planta da piscina para saber as suas dimensões, sondar os melhores materiais”* (aluno número sete).



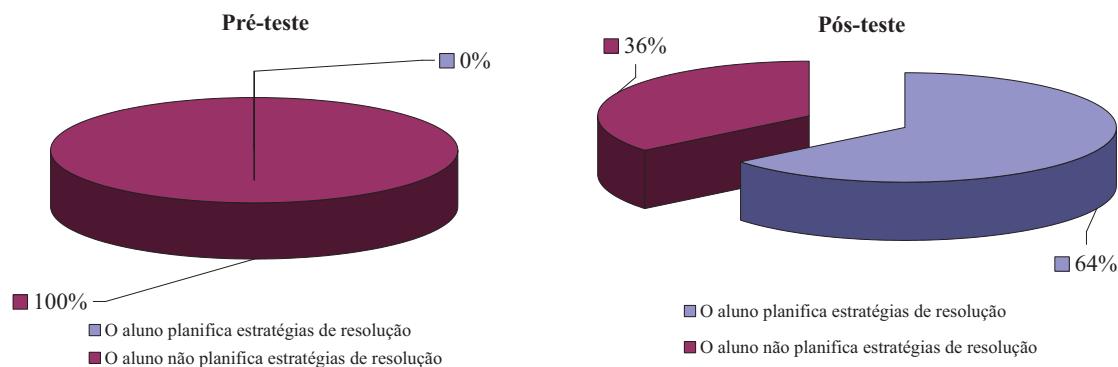
**Figura 4.16** – Resultados obtidos na categoria C4

No entanto, no pós-teste, aqueles dão ênfase à necessidade de lançar mão a todos os recursos disponíveis, mesmo daqueles que, à partida, podem parecer irrelevantes. Com efeito, após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, 68% dos alunos fazem referência à importância de aceder aos múltiplos recursos disponíveis, como forma de obter informações decisivas para a consecução do problema em curso. Alguns referem mesmo que esses recursos são fundamentais para a resolução do problema: *“ Há coisas mais importantes e há outras menos importantes. Tinha que ver tudo. Se são muitas pessoas a utilizar, ... a opinião das pessoas também é importante... era preciso falar com as entidades competentes como a Câmara Municipal... tinha depois que pesquisar sobre tudo, na Internet, em livros científicos, pesquisar sobre os melhores materiais... analisar as questões de segurança... não podia resolver este problema sem saber tudo isto”* (aluno número sete).

### ***C5 – O aluno planifica estratégias de resolução***

A resposta deve integrar a construção de estratégias de acção a usar para resolver o problema. Assim, não basta escolher as componentes de processamento tidas por mais adequadas. É necessário combiná-las com uma estratégia funcional (Neto, 1998). De acordo com Lopes (1994), o aluno deve garantir que está a considerar o problema na sua totalidade, mostrando-se disposto a utilizar o tempo que for necessário em actividades de planeamento de estratégias. Na opinião de Neto (1998), muitos indivíduos cedem à

tentação de começar a resolver o problema sem que previamente o tenham devidamente planificado, desperdiçando assim competências de que eventualmente até dispunham. Neste contexto, analisaram-se as respostas dos alunos, a fim de se verificar se estes eram capazes ou não de planificar estratégias de resolução de problemas, como se mostra na Figura 4.17.



**Figura 4.17** – Resultados obtidos na categoria C5

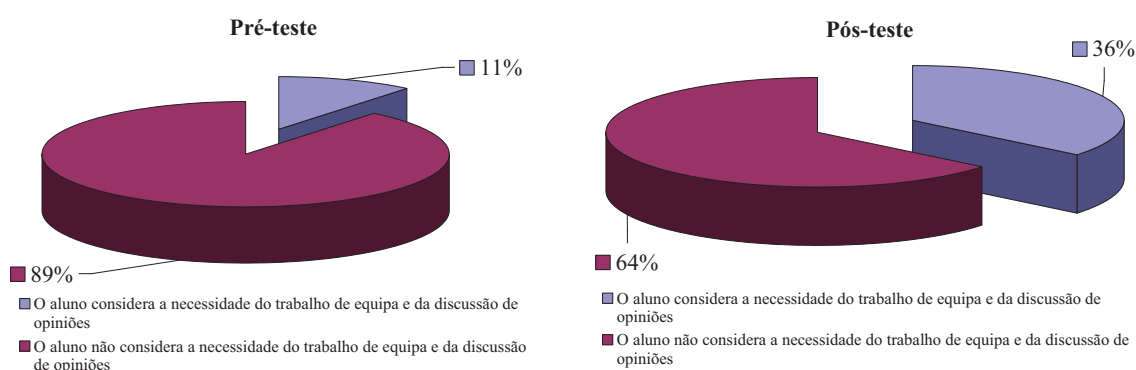
Observando a Figura 4.17, é possível constatar uma evolução notória, traduzida pela elevada percentagem de alunos que manifestou aspectos incluídos nesta categoria 64%.

Após a implementação do ensino e aprendizagem, um elevado número de alunos elaborou respostas que integraram a construção de estratégias de acção a usar para resolver o problema. Alguns desses alunos, foram “inclusive” mais longe, ao construírem estratégias que parecem mostrar que têm consciência de que um problema não se resolve só “avançando”, ou seja, com uma estratégia progressiva. De facto, teceram comentários onde salientaram que alguns problemas podem ser resolvidos “recuando”, isto é, em função de uma estratégia regressiva. Manifestaram igualmente flexibilidade de pensamento e disponibilidade para mudar os planos e as estratégias sempre que necessário – de facto, é tão importante ser capaz de conceber estratégias e distribuir recursos, como ser capaz de as abandonar ou de fazer nova gestão desses recursos (Neto, 1998). Apresentam-se, seguidamente, exemplos de respostas que corroboram a evolução dos alunos, do pré para o pós-teste nesta categoria: “*Em primeiro lugar ia ver qual o melhor sítio para colocar o escorrega [...]*” (aluno número dezassete, no pré-teste). Após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem este mesmo aluno afirma que “[...]temos um problema que é escolher o sítio ideal para localizar o escorrega para utilização pública [...] temos objectivos [...]. Temos que planear como vamos agir; isso é importante para

*não cometermos os erros das aulas [...] é preciso primeiro investigar, depois analisar e discutir os resultados [...] é preciso comparar com pessoas mais experientes [...] só se pode ter a resposta depois de muitas semanas a estudar o problema”.*

#### **C6 – O aluno considera a necessidade do trabalho de equipa e da discussão de opiniões**

Nesta categoria, contabilizou-se a percentagem de respostas dos participantes neste estudo que evidenciaram a necessidade de colaboração *de* e *com* outros indivíduos/entidades e que foram favoráveis à necessidade de auscultar opiniões. A Figura 4.18 mostra os resultados obtidos.



**Figura 4.18** – Resultados obtidos na categoria C6

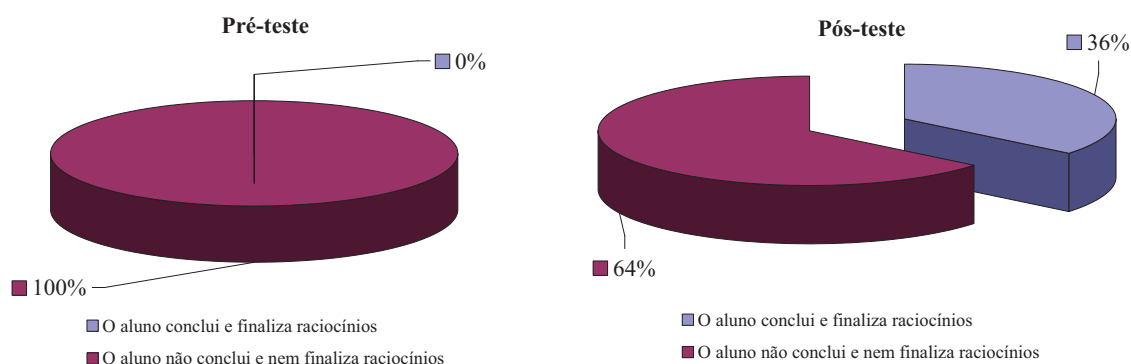
O que desde logo se destaca é que 89% das respostas dos alunos, antes da implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, não se enquadraram nesta categoria, ou seja, a maior parte dos alunos não considerou a necessidade de trabalhar em equipa e de discutir opiniões. Após a aplicação da abordagem do ensino e aprendizagem, esta situação alterou-se, verificando-se um aumento razoável de respostas inseridas nesta categoria (36%). É importante salientar ainda que, antes dessa aplicação, muitos alunos referiram a necessidade de efectuar determinados contactos, mas sempre com intuito de obter autorizações [*“ Na minha opinião antes de colocar o escorega deve-se falar com a Câmara Municipal [para conseguir informações] ”* (aluno número dezasseis), e [*“ [...] contactava a Câmara Municipal [...]”* (aluno número vinte e três)], não encarando esses contactos na perspectiva da cooperação com outras entidades nem da discussão de opiniões.

Contudo, após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, alguns alunos, 36%, passaram a admitir a necessidade de se estabelecer contactos para a consecução dos projectos que delinearam, como também para ouvir outras opiniões e, desse modo, poder aferir da adequabilidade das propostas que defendiam para a realização da tarefa: “[...] *pode-se ver o que é que os outros acham pois podem ter outras maneiras de ver as coisas*” (aluno número dezasseis); “*Ouvir as opiniões [...] para ver se tinham as mesmas ideias na localização ou ideias diferentes*” (aluno número oito).

### C7 – O aluno conclui e finaliza raciocínios

A resposta deve mostrar que o aluno é capaz de concluir e finalizar os múltiplos raciocínios que efectuou durante o processo global de resolução.

Conforme se pode observar na Figura 4.19, antes da implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, foi nula a percentagem de alunos que se mostra capaz de concluir e finalizar os múltiplos raciocínios construídos durante o processo global de resolução. De facto, da leitura das respostas dadas no pré-teste, aduz-se que nenhum aluno foi capaz de apresentar uma resposta que satisfizesse as premissas necessárias para se poder incluí-la nesta categoria. Após a aplicação da abordagem de ensino e aprendizagem em estudo, verificou-se que ocorreu uma evolução positiva nas respostas dos alunos, 36%.



**Figura 4.19** – Resultados obtidos na categoria C7

Inserem-se seguidamente exemplos de respostas ilustrativas das dificuldades que os alunos evidenciaram para finalizar os seus raciocínios, antes da implementação do ensino. Optou-se por colocar apenas extractos dos últimos parágrafos das suas respostas, para que



se entendesse melhor o modo como os alunos terminaram as propostas de resolução que avançaram no contexto do problema em causa. De um modo geral, a maioria dos alunos limitou-se a avançar propostas de acção, sem se preocupar com a explicitação dos raciocínios que a eles conduziram: “ [...] como o escorrega vai ser muito utilizado, deveria ser construído com um bom material” (aluno número dez). A dificuldade que os alunos apresentaram em apresentar conclusões, coerentes com as várias tarefas subjacentes à resolução do problema, na perspectiva de Neto (1998), deverá ficar a dever-se à incapacidade daqueles para conectar os múltiplos problemas subjacentes à consecução do problema global. Desse modo, não conseguiram construir uma conclusão que integrasse todos os factores e aspectos levados em conta ao longo do processo de resolução proposta: “ [...] para acabar tinha que ter muito cuidado com as dimensões do escorrega e da piscina” (aluno número quatro).

Após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, há uma melhoria das respostas avançadas pelos alunos, apesar de alguns deles ainda mostrarem muitas dificuldades: “Depois de ter as investigações todas feitas, analisava tudo para ver se eram precisas mais investigações. Numa reunião com os técnicos, a Câmara Municipal, pessoas etc., mostrava o meu plano para ver a opinião deles, pois podiam não concordar comigo e, então, teria de ver se tinham outras sugestões e se eu tinha que investigar tudo de acordo com essa sugestão. Se concordassem, então contratava uma empresa para construir o escorrega e colocá-lo no melhor sítio com toda a segurança” (aluno número quatro).

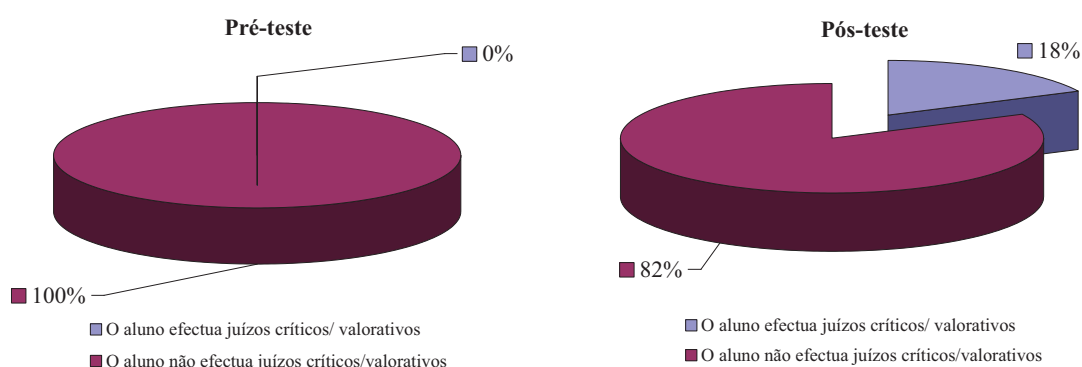
#### **C8 – O aluno efectua juízos críticos/valorativos**

A concluir este ponto, analisaram-se as respostas dos alunos para as inserir nesta categoria, a qual se centra na realização de uma apreciação crítica do processo global de resolução adoptada e/ou na elaboração de comentários valorativos que acrescentassem opiniões pessoais no contexto da situação criada, como se mostra na Figura 4.20.

Observando a Figura 4.20, é possível constatar que, antes da implementação da abordagem do ensino e aprendizagem, nenhum aluno apresentou uma resposta susceptível de ser incluída nesta categoria.

Contudo, após a sua aplicação, ocorreu uma evolução ligeiramente positiva nas respostas dos alunos, uma vez que persistiu a ausência de respostas que mostrassem capacidade de efectuar juízos críticos/valorativos no contexto da situação problemática em

causa. Apenas cinco alunos (17,8%) emitiram comentários passíveis de serem inseridos nesta categoria: “As questões da segurança são agora muito importantes e as pessoas também devem utilizar estes locais civicamente [...]” (aluno número quinze); e “As questões da segurança são muito importantes; vejamos as verbas que são destinadas às empresas e mesmo aos Municípios para garantir segurança da população [...]” (aluno número treze).



**Figura 4.20** – Resultados obtidos na categoria C8

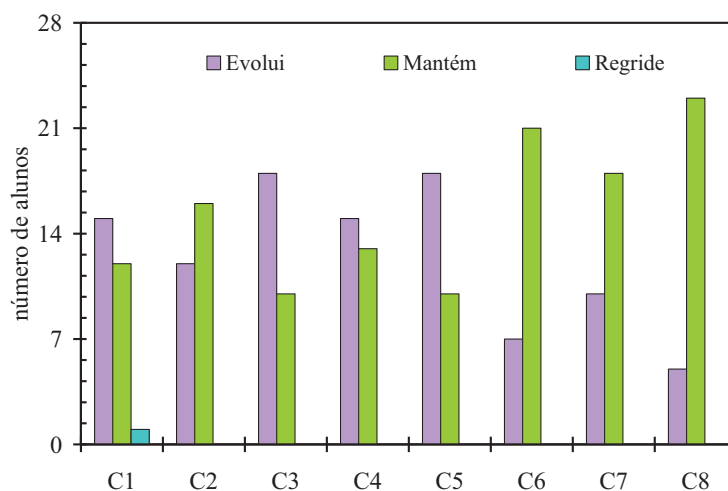
Merece a pena sublinhar que, não obstante o facto de as respostas que atrás se transcreveram não contemplarem apreciações críticas do processo global de resolução adoptado, aquelas incluíam comentários valorativos que acrescentaram opiniões pessoais ao contexto da situação criada, sendo essa a razão da sua inclusão nesta categoria.

#### 4.3.2 - Análise global do percurso dos alunos

Dos resultados anteriormente expostos, pode inferir-se que a abordagem de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas parece ter contribuído para um desenvolvimento das capacidades dos alunos na resolução de questões com situações problemáticas abertas.

A observação visual da Figura 4.21 mostra uma evolução em todas as categorias analisadas. De relevar contudo que esta varia de categoria para categoria. As categorias onde a evolução foi superior a 50% foram em C1 (54,1%), em C3 (64,3%), em C4 (53,6%) e em C5 (64,3%), o que corresponde a metade do número de categorias avaliadas. Exceptuando o caso da categoria C8, cuja evolução foi apenas de 17,8%, para as restantes

categorias a evolução foi igual ou superior a 25%: em C2 (42,8%), em C6 (25%) e em C7 (35,7%). Para o parâmetro “regride”, como se pode observar através da Figura 4.20, existe apenas um aluno aí incluído, incluído na categoria C1.



**Figura 4.21** – Percurso dos alunos do pré para o pós-teste

Os resultados obtidos no estudo aqui apresentados parecem estar claramente enquadráveis na opinião de Barrows e Tamblyn (1980), em que a abordagem adoptada promove nos alunos o desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Os dados do PISA referem que os alunos têm dificuldade ao nível da compreensão, da relação entre variáveis, da associação de conceitos, da interferência, da análise de informação fornecida em diferentes formatos, revelando dificuldades em testar hipóteses, apresentam falhas na elaboração de conclusões e juízos de valor e não são capazes de transferir conhecimentos adquiridos para novas situações. Neste sentido, e visando colmatar estas mesmas lacunas Neto (1998) entende as questões-problema como o estímulo, o “*rastilho fundamental*” para a actividade destinadas da metacognição, à resolução dos problemas quotidianos que não se confinam a estratégias bem definidas e simples mecanismos intelectuais. Assim sendo, a perspectiva de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas parece contribuir mais eficazmente do que a abordagem de ensino que habitualmente se pratica nas escolas do nosso país para o desenvolvimento e formação do indivíduo enquanto membro de uma sociedade em permanente transformação.

#### ***4.4.- Apresentação e análise dos resultados obtidos através do questionário de opinião***

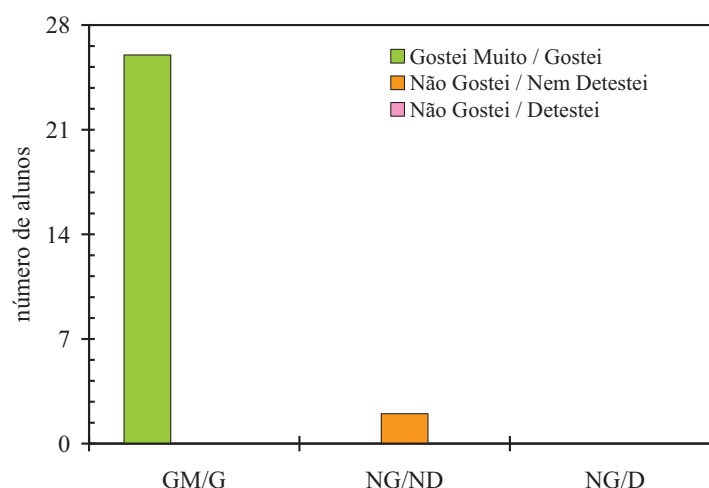
##### **4.4.1- Opinião sobre a abordagem de ensino e sua eficácia**

A primeira parte do questionário de opinião (Anexo IV), através do qual se analisa a opinião dos alunos acerca da abordagem de ensino e sua eficácia, é constituída por cinco questões.

A análise das respostas à Questão 1 (da Parte um), em que os alunos referem se gostaram ou não da abordagem de ensino e aprendizagem implementada, é feita em simultâneo com a análise das respostas à Questão 17a) uma vez que, nesta Questão, os alunos foram convidados a tecer comentários e opiniões sobre o modo como o tema “Movimentos na Terra e no Espaço” foi leccionado. Assim, as respostas dos inquiridos apontaram sobretudo no sentido de uma opinião favorável à abordagem de ensino em causa, como se mostra na Figura 4.22.

A visualização do gráfico da Figura 4.22 indica que a maioria dos alunos manifestou uma opinião favorável à abordagem de ensino aplicada (26 alunos), e que dois alunos mostraram-se indiferentes ao modo como se leccionou a temática “Movimentos na Terra e no Espaço”.

Analisando mais em pormenor a Questão 17a), verifica-se que as razões pelas quais os alunos gostaram da abordagem de ensino são muito variadas. Alguns revelaram, em particular, o interesse que sentiam pelas aulas leccionadas daquela forma: *Estas aulas são muito mais interessantes [...] não é só decorar matéria chata como no ano passado.*



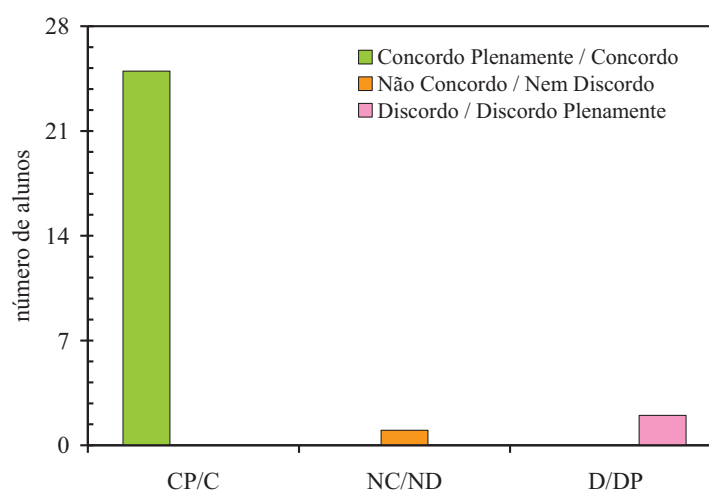
**Figura 4.22** – Questão 1: distribuição de respostas

Reforçaram esse interesse no facto de a abordagem de ensino e aprendizagem em questão, não os obrigar a um estudo direccionado para o decorar de leis e fórmulas físicas: *Aprendemos na mesma as fórmulas [...] só que parecem que não somos obrigados a fazê-lo [...] sentimos necessidade delas. Gosto muito mais de aprender desta maneira [...] parece que não temos tanta coisa para decorar (D.A.)*, como, segundo eles, é hábito num ensino tradicional. Outros há que salientaram a importância de serem referidos contextos do quotidiano: *[Este método] ...ajudou-me a pensar nas coisas que me rodeiam*. No entender destes alunos, o facto da abordagem de ensino implementada pela professora lhes permitir aprender Física no contexto real, possibilitou-lhes uma visão mais esclarecida das interligações entre a “Física da sala de aula e a Física do mundo real”. Uma opinião ilustrativa foi o que referiu um aluno: *Não sabia que se podia estudar Física e Química desta maneira...é mais fácil assim e mais motivante*. Outros, por fim, focaram o facto da perspectiva de ensino em causa os ajudar a encarar com maior discernimento os problemas com os quais se defrontam todos os dias: *Desde que começamos a ter aulas desta maneira... já penso em resolver as coisas doutra maneira... e já consigo melhor. Acho que este método faz com que eu seja capaz de resolver e perceber melhor os problemas da vida*.

A segunda e a terceira Questões são analisadas em conjunto, uma vez que ambas se reportam a aspectos directamente relacionados com a contribuição da abordagem de ensino e aprendizagem em análise para a disciplina de Física e Química, nomeadamente para o

aumento do interesse pelo estudo da temática “Movimentos na Terra e no Espaço” e sucesso na disciplina, como se mostra na Figura 4.23.

Pode, portanto, inferir-se que, segundo os alunos, a abordagem de ensino em questão, parece ser a responsável por, aumentar o seu interesse pelo estudo da unidade temática “Movimentos na Terra e no Espaço” em particular, aumentar o seu êxito na disciplina em geral: *Aprendo melhor assim desta maneira; Acho que aprendo melhor assim do que se me obrigassem a decorar a matéria toda.*



**Figura 4.23** - Questão 2 e 3: distribuição de respostas

Da análise dos comentários redigidos pelos alunos nas Questões 16 e 17a), foi possível constatar que, alguns alunos manifestaram uma certa preocupação relativamente à abordagem adoptada: ... *não sei bem o que estudar para o teste. Antes sabia melhor.* Foi, de facto, considerável o número de alunos que declarou expressamente sentir um grande desconforto em relação à abordagem de ensino em foco, particularmente em aspectos que se relacionavam com a aquisição de conhecimentos necessários à obtenção de uma boa classificação nos testes da disciplina em causa: *Não concordo muito com este tipo de aulas porque não me vão ajudar no teste. Eu quero tirar boa nota nos testes, por isso se fizessemos mais exercícios como os do livro seria melhor.* Alguns alunos referiram também existir um hiato entre o tipo de situações e problemas trabalhados nas aulas e o tipo de exercícios perpetrados pelo manual escolar: *Não concordo muito com este tipo de aulas porque não me ajudam nos testes. Se não houvesse depois os testes, então, sim [...].*

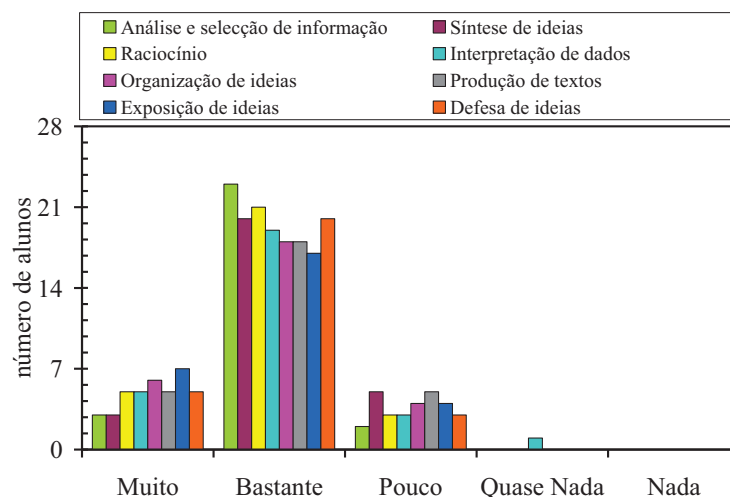
*Os exercícios do manual não têm relação com o que fazemos nas aulas [...].* Outros alunos manifestaram, ainda, alguma preocupação com o cumprimento dos conteúdos para a realização das avaliações externas (testes intermédios nacionais e exame nacional): *Será que a professora tem tempo para cumprir o programa? A turma ... vai mais adiantada do que nós.* Estes comentários pareceram mostrar um estado de desconfiança dos alunos relativamente à abordagem de ensino implementada na turma. Perante este tipo de argumentação, julgou-se interessante aprofundar esta problemática, indagando quais as razões que os alunos encontravam para aquela separação entre o ensino da Física orientado para Aprendizagem Baseado na Resolução de Problemas, a que eles chamaram “Física dos problemas”, e o ensino da Física para o sucesso na avaliação a que eles atribuíram a designação de “Física para os testes”.

Assim, e após algumas conversas com os alunos, constatou-se que a grande maioria deles parecia tender a considerar a Física uma disciplina muito interessante e acessível, quando a abordagem adoptada é a da perspectiva de ensino em estudo. No entanto, consideraram que, quando chegavam a casa, sentiam um enorme vazio, tinham a sensação de não estarem a estudar a “Física dos exercícios”, isto é, aquela Física a que tradicionalmente estavam habituados, mas uma Física diferente. A este propósito, vale a pena atender, em particular, aos registos de alguns comentários, sobretudo por deles se poder inferir a manifesta insegurança dos alunos relativamente ao seu êxito na disciplina: *[Este método] é mais interessante ... também é mais fácil de aprender! É mais difícil é para o teste. O que é que eu vou estudar? Sei que estamos a aprender as mesmas coisas... se fosse a professora a dar sempre a matéria no quadro, sei que aprendíamos as mesmas coisas, só que de outra maneira.*

Quanto à opinião dos alunos sobre a contribuição da abordagem de ensino em estudo para a melhoria de determinadas capacidades/competências (Questão 4), pôde verificar-se, através da visualização da Figura 4.24 que, no geral a maioria dos alunos parece manifestar a opinião de que esta contribuiu bastante para melhorar o desenvolvimento de quase todas as capacidades consideradas nesta Questão: *[Este método] ...faz com que eu esteja mais atento à maneira como devo pensar sobre os problemas ... faz com que eu raciocine melhor [e de uma forma] mais clara.* Como se pode confirmar, o número de alunos que considerou que a presente abordagem de ensino e aprendizagem contribuiu de algum modo

para a melhoria de algumas capacidades nunca foi inferior a vinte e três (82,1%), para qualquer capacidade analisada.

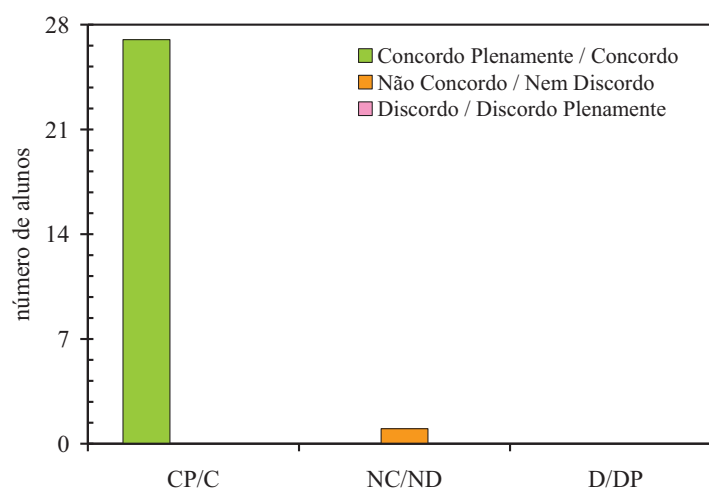
Parece, no entanto, existir alguma contradição entre alguns comentários proferidos pelos alunos no decurso das aulas e as opções que manifestaram nesta Questão. Com efeito, o paradoxo entre a opinião favorável dos alunos, no que concerne ao potencial da abordagem de ensino na promoção e desenvolvimento da capacidade de raciocínio, e a opinião de que, pelo facto de essa abordagem não assentar na resolução sistemática dos exercícios do livro (*[...] não devíamos praticar mais os exercícios do livro?*), não estimular a habilidade de raciocínio, acentua-se nos resultados obtidos na Questão em análise, a qual exigia que os alunos se pronunciassem sobre a contribuição da abordagem de ensino implementada para o desenvolvimento de diversas competências.



**Figura 4.24** - Questão 4: distribuição de respostas

Quanto ao facto da abordagem de ensino utilizada envolver resolução de problemas do dia-a-dia, que puderam permitir a consciencialização para o modo de viver em sociedade (Questão 5), 27 alunos foram da opinião de que esta abordagem de ensino os auxiliou na tomada de consciência da importância e do modo de viver em sociedade, como se indica na Figura 4.25.



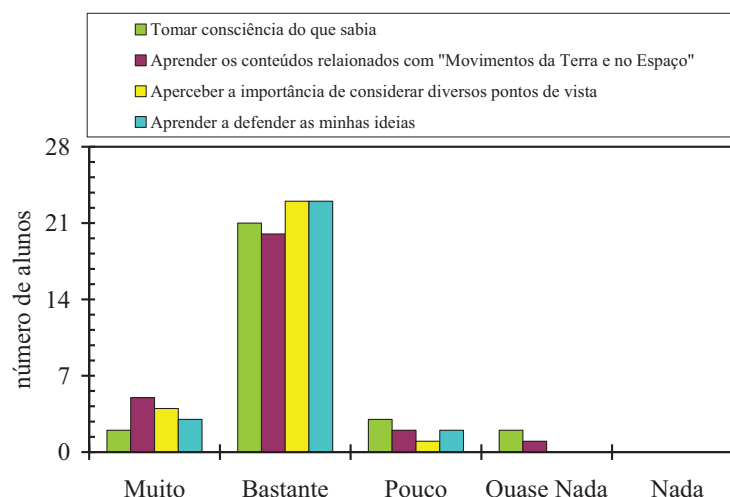


**Figura 4.25** - Questão 5: distribuição de respostas

As opiniões manifestadas pelos alunos no questionário de opinião parecem ser claramente positivas quanto à abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. A sua grande maioria considerou que a abordagem de ensino em questão promove o seu interesse pelas aulas; ajuda-os a encarar com maior discernimento os problemas com os quais se defrontam todos os dias; estimula-lhes o raciocínio; promove o desenvolvimento de habilidades científicas; auxilia-os na disciplina de Física e Química. Estas opiniões vão ao encontro de vários estudos efectuados sobre a reacção à abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas por Chang e Barufaldi (1999), Neto (1998), Lopes (1994) e Leite e Esteves (2005), (capítulo 2).

#### 4.4.2 - Opinião sobre a estrutura organizativa das aulas

Em resposta à parte II do questionário de opinião, os alunos manifestaram-se acerca das actividades realizadas durante as aulas de implementação da abordagem de ensino e aprendizagem em causa. A primeira Questão aborda a contribuição do diálogo estabelecido dentro do grupo relativo a aspectos relacionados com a tomada de consciência dos conhecimentos que estes possuem, com a aprendizagem dos conteúdos inerentes ao tema “Movimentos na Terra e no Espaço”, com a importância de se ter em conta diversos pontos de vista, bem como a defesa das próprias ideias.

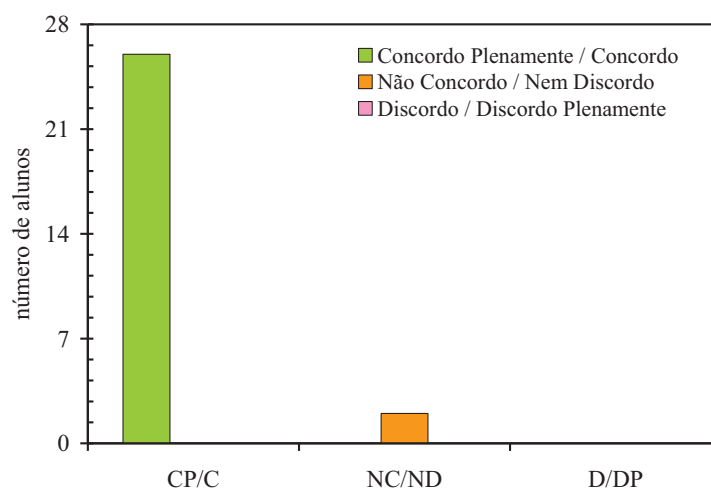


**Figura 4.26 - Questão 6: distribuição de respostas**

É de salientar então que a maioria dos alunos considerou que o diálogo estabelecido entre os diferentes elementos de cada grupo os ajudou muito nas diferentes situações referenciadas. O número de alunos que considerou que a abordagem de ensino realmente os ajudou nunca é inferior a 23. Estes consideraram que o diálogo entre o grupo contribuiu para a sua tomada de consciência, acerca dos conhecimentos que possuíam; 26 consideraram que o diálogo os ajudou na aprendizagem da defesa de ideias e 27 alunos referiram que a existência de diálogo dentro do grupo os auxiliou a aperceberem-se da importância de se considerar pontos de vista diferentes.

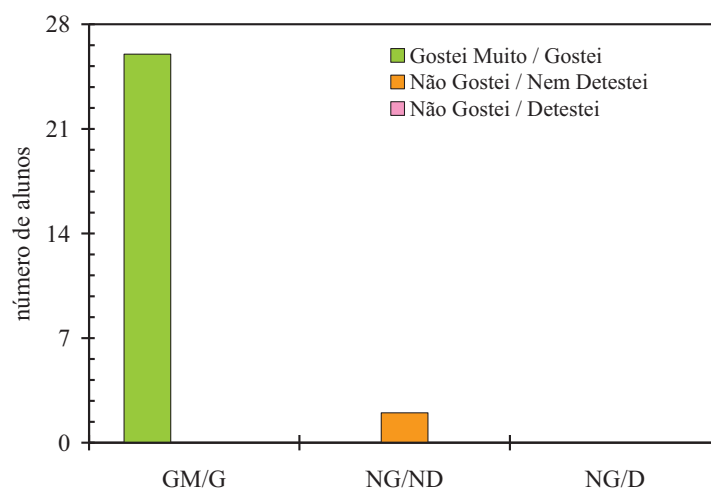
A Questão 7 aborda a contribuição dos debates acerca das diferentes Questões investigadas na aprendizagem dos conteúdos relacionados com a temática “Movimentos na Terra e no Espaço”.

O primeiro registo que, no imediato, emerge, é o facto de quase todos os alunos manifestarem uma opinião positiva da forma como decorreram as aulas de debate (discussão em torno das questões investigadas, aferição e análise de métodos de pesquisa, identificação de erros etc), afirmando que estas contribuíram positivamente para a aprendizagem dos conteúdos da unidade “Movimentos na Terra e no Espaço”. Conforme se mostra na Figura 4.27, 26 alunos consideraram aquele tipo de aulas facilitadoras da aprendizagem dos conteúdos da unidade referida: *“Nestas aulas, percebe-se melhor a matéria... percebemos os nossos erros e tentamos perceber melhor a matéria para não errarmos outra vez”*.



**Figura 4.27** - Questão 7: distribuição de respostas

Por seu lado, e no que respeita à opinião dos alunos sobre as aulas em que foi fomentado o debate em torno da Tarefa, conclui-se que 26 alunos manifestaram agrado por este tipo de aulas (*“Gosto de debater os problemas...aprendo melhor assim...”*), como se indica na Figura 4.28.

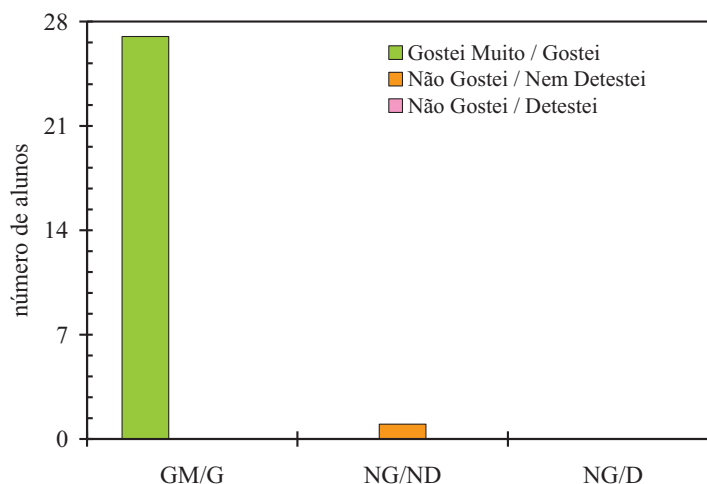


**Figura 4.28** - Questão 8: distribuição de respostas

Quando confrontados com a solicitação de opinarem acerca das aulas em que se apresentaram os resultados da investigação à turma (Questão 10), as opiniões dos alunos

foram francamente favoráveis (“*Eu gosto de mostrar aquilo que fiz...até porque isso pode ser útil para os outros*”).

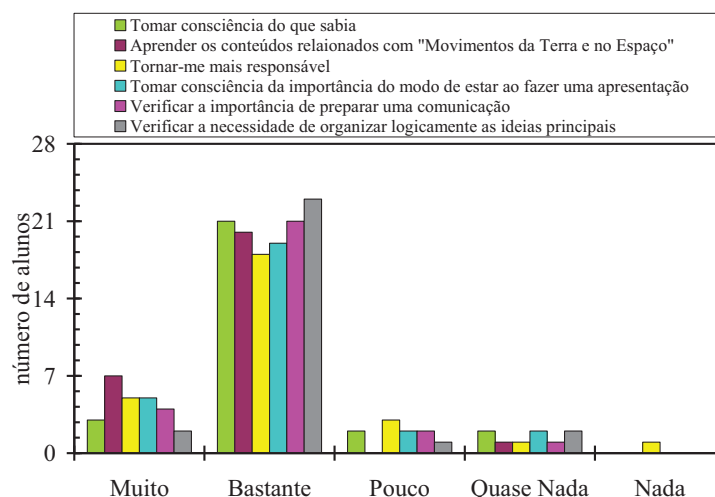
Com efeito a visualização da Figura 4.29 mostra que, 27 alunos mostraram-se aliciados por este tipo de aulas: “*Se perdemos tanto tempo a [pesquisar] é bom podermos mostrar aquilo que fizemos*” (D.A.).



**Figura 4.29** - Questão 10: distribuição de respostas

Quando questionados acerca da ajuda que retiravam da apresentação dos resultados da investigação efectuada por cada grupo à turma (Questão 9), pôde verificar-se na Figura 4.30, que a maioria dos alunos crê que a abordagem de ensino e aprendizagem em causa contribuiu bastante, ou mesmo muito, para todos os aspectos considerados.

Assim, os resultados obtidos neste conjunto de Questões permitem-nos depreender que os alunos, em geral, além de parecer gostar, consideraram que a existência de debates na sala de aula, assim como a apresentação dos resultados da investigação contribuíram positivamente para diferentes aspectos do ensino e aprendizagem: tomada de consciência dos conhecimentos que possuíam e da importância que têm todos os aspectos relacionados com a exposição de um trabalho; aprendizagem dos conteúdos inerentes ao tema “Movimentos na Terra e no Espaço”, importância de ter em conta os diversos pontos de vista; defesa das próprias ideias.



**Figura 4.30 - Questão 9: distribuição de respostas**

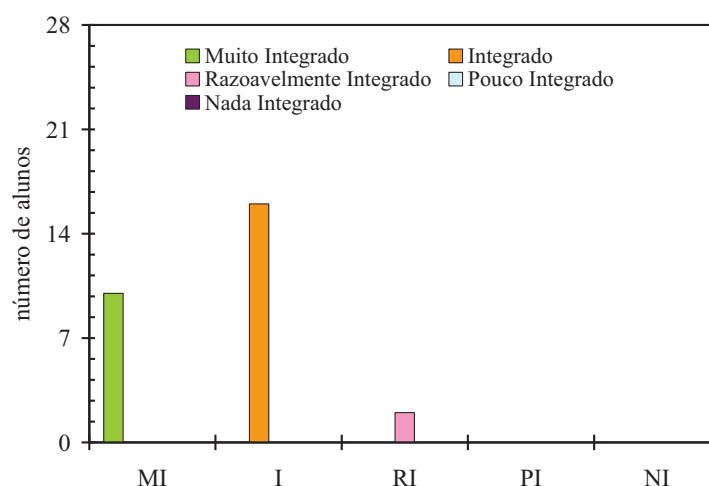
Portanto, os resultados obtidos no conjunto que compõe este ponto permitem inferir que os alunos parecem ser favoráveis aos aspectos fundamentais da estrutura organizativa do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e referidos por Chang e Barufaldi (1999) e Lambros (2004).

#### 4.4.3 - Opinião sobre o trabalho de grupo

Na parte III do questionário, pedia-se aos alunos que se pronunciassem relativamente aos aspectos relacionados com o trabalho de grupo. Também esta parte inclui cinco Questões. Na Questão 11, primeira desta parte, pedia-se aos alunos que se manifestassem quanto à sua própria integração no grupo de trabalho. Podemos então constatar que a maioria dos alunos se sentiu integrado ou muito integrado, como se mostra na Figura 4.31.

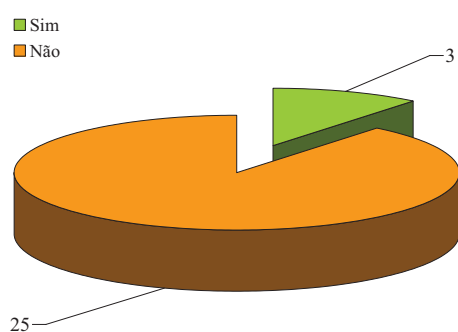
Mesmo assim, a turma apresentou resultados bastante diferentes, sendo que apenas dez alunos manifestaram a opinião de se sentirem muito integrados no grupo, ao passo que cerca do dobro manifestaram-se no sentido de se sentirem apenas integrados.

A Questão 12 e a Questão 13 foram analisadas em conjunto dado que estão interligadas, isto é, quem respondeu afirmativamente à Questão 12 devia responder à Questão 13.



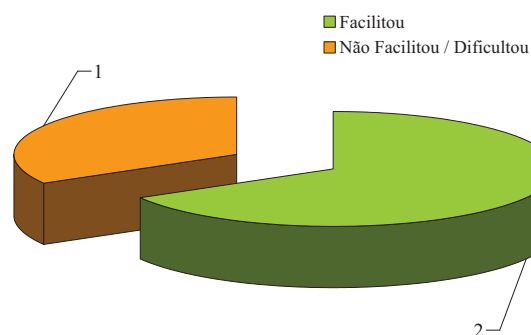
**Figura 4.31** - Questão 11: distribuição de respostas

Na Questão 12, pedia-se aos alunos que se posicionassem, afirmativa ou negativamente, acerca do surgimento de um líder no grupo (7 grupos) a que pertenciam. Verificou-se como se indica na Figura 4.32, que três alunos consideraram que houve um líder no grupo e que esse líder facilitou a realização do trabalho de grupo, como se mostra na Figura 4.33.



**Figura 4.32**

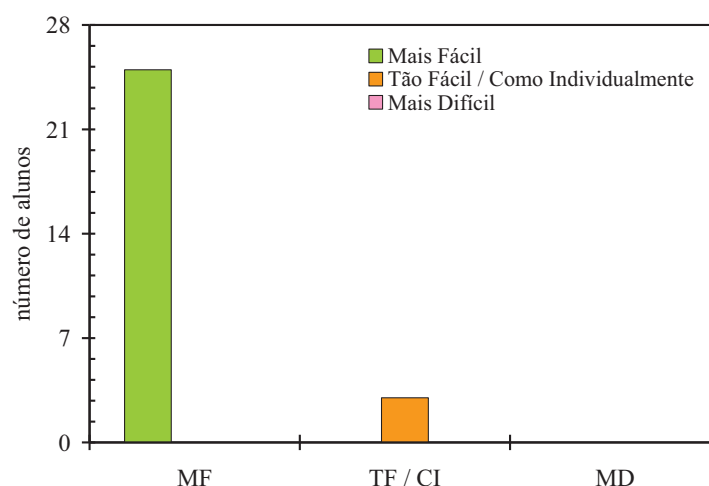
Questão 12: distribuição de respostas



**Figura 4.33**

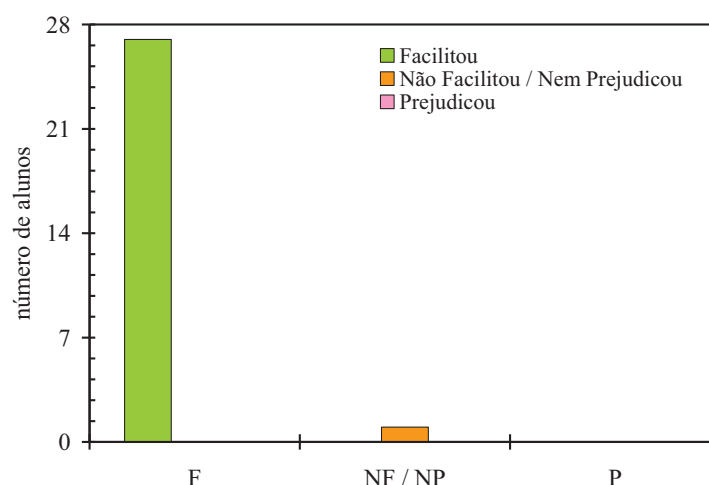
Questão 13: distribuição de respostas

Por seu lado, e respeitante à Questão 14, que inquiria acerca do grau de facilidade tida pelos alunos aquando do trabalho de grupo, a Figura 4.34 mostra que grande parte prefere trabalhar em grupo, porque acha que é mais fácil do que trabalhar individualmente.



**Figura 4.34 - Questão 14: distribuição de respostas**

A Figura 4.35 mostra os resultados referentes à Questão 15, em que os alunos deram a sua opinião sobre a contribuição do trabalho em grupo para a aprendizagem.



**Figura 4.35 - Questão 15: distribuição de respostas**

Como se observa na Figura 4.35, 27 alunos considerou que o trabalho em grupo facilitou a aprendizagem dos conteúdos do âmbito do tema “Movimentos na Terra e no Espaço”.

De facto, este é um resultado esperado, não só porque, de um modo geral, os alunos gostam de trabalhar em grupo (Leite e Esteves, 2006) mas, também, porque o trabalho em grupo, ao facilitar o *feedback* sobre o desempenho dos alunos, permite melhorar as metodologias de trabalho e de aprendizagem (Woods, 1997). Acresce que a resolução de

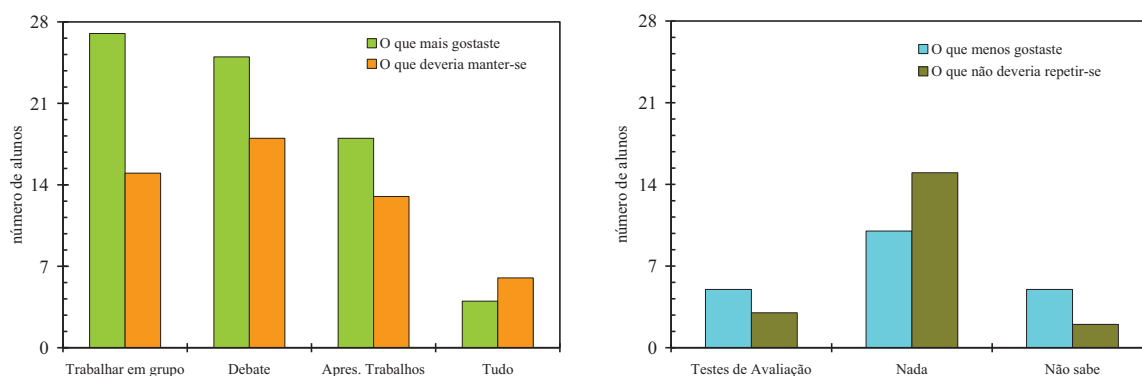
problemas também permite o desenvolvimento de capacidades de raciocínio e leva os alunos a transformarem a informação com que trabalham em algo produtivo (Neto, 1998).

#### 4.4.4 - Apreciação global das aulas

Com a Questão 16 pretendia-se que os alunos expusessem pelas suas palavras a sua opinião relativamente ao que mais e menos gostaram; ao que não deveria repetir-se; ao que deveria manter-se e ao que mudariam.

Com a Questão 17, pretendia-se que os alunos se manifestassem sobre o modo como as aulas foram leccionadas, sobre o ambiente criado nas aulas e, ainda, sobre o modo como decorreu o trabalho de grupo.

Para análise dos dados foram definidos conjuntos de categorias *a posteriori*, para aqueles diversos aspectos, como se indica na Figura 4.36.



**Figura 4.36 - Questão 16: distribuição de respostas**

A observação da Figura 4.36 mostra que os alunos gostaram mais do trabalho em grupo, debates e apresentação dos resultados da investigações à turma, categorias estas fortemente vinculadas ao ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

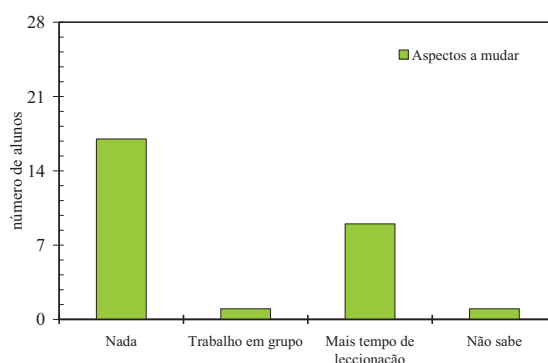
Acresce que os alunos, embora não estejam muito habituados, aprovam trabalhar em grupo, quer por ser uma actividade que não é muito habitual para eles, quer porque lhes permite alguma “liberdade” dentro dos limites impostos pelo trabalho em grupo. Na realidade, segundo Lopes (1994), Neto (1998) e Lambros (2004), o trabalho em grupo fomenta o desenvolvimento de competências ao nível do trabalho cooperativo e permite a tomada de consciência do trabalho individual. Promove ainda, o desenvolvimento de



criatividade, abertura de espírito e reflexão (Margetson, 1997), bem como de atitudes de rigor, tolerância, cooperação e solidariedade (Boud e Feletti, 1997).

Relativamente a aspectos que menos gostaram e que se devem evitar, uma boa parte dos alunos, tal como referido por Chang e Barufaldi (1999), mostrou uma certa preocupação com os testes de avaliação. O seu principal receio, no que concerne à abordagem de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, reportou-se à adequação desta a um sistema educativo que coloca ênfase nos testes de avaliação.

Por outro lado, como se mostra na Figura 4.37, 17 alunos da turma não mudariam nada neste tipo de aulas, o que nos leva a concluir que, na sua maior parte, estes parecem ter gostado da abordagem do ensino e aprendizagem adoptada na leccionação da unidade temática “Movimentos na Terra e no Espaço”.



**Figura 4.37** - Questão 16: distribuição de respostas

Pode, agora, e em jeito de síntese, concluir-se, pela análise dos dados obtidos através do questionário de opinião, que a perspectiva de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas parece ter sido muito bem aceite pela maioria dos alunos da turma. Na realidade, uma boa parte deles centrou, quase sempre, as suas respostas nas categorias favoráveis à utilização deste tipo de ensino e aprendizagem, o que não constitui admiração, já que, nos estudos efectuados por Vieira (2007) e Chang e Barufaldi (1999), os resultados obtidos foram em tudo semelhantes aos agora obtidos.

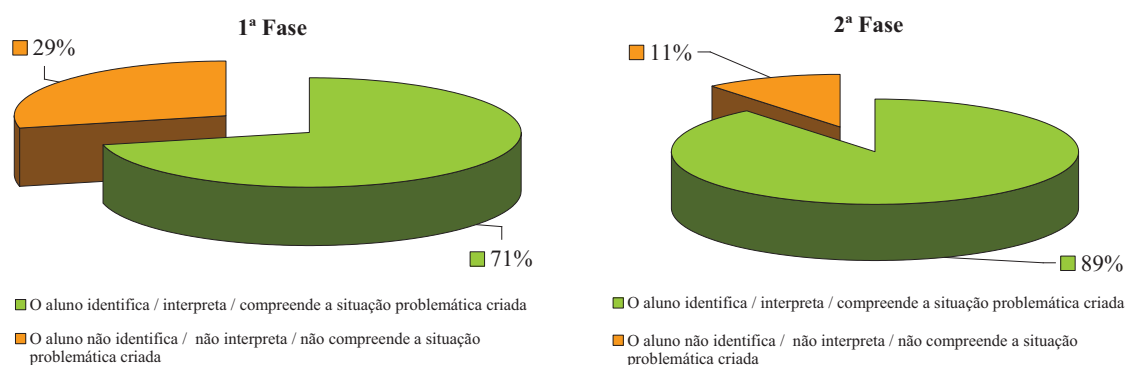
#### 4.5 - Análise comparativa das respostas dos alunos da 1ª fase para a 2ª fase deste estudo na resolução de situações problemáticas

##### 2ª fase do estudo

Para alcançar o objectivo que a este ponto se refere foi feita a análise dos resultados obtidos na segunda fase deste estudo no teste de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas (Anexo X), para cada uma das categorias definidas previamente e já mencionadas no capítulo anterior. O conteúdo destas questões está relacionado com o objecto de ensino de Física e Química A do 11º ano do Curso de Ciências e Tecnologias.

##### C1 – O aluno identifica/interpreta/compreende a situação problemática criada

Nesta categoria, analisaram-se as respostas dos alunos para verificar se estas continham, ou não, aspectos que constituíssem evidências da consciencialização dos alunos de estarem perante um problema, assim como da tarefa em causa. A Figura 4.38 mostra os resultados obtidos na 1ª fase e na 2ª fase deste estudo.



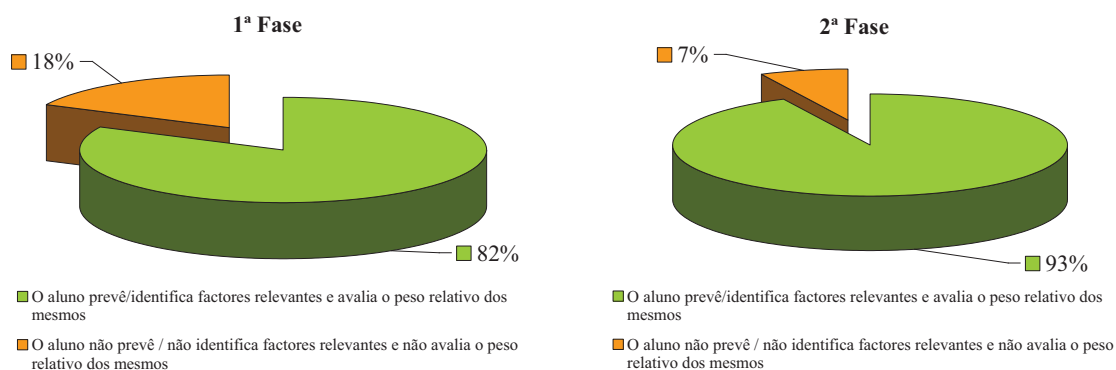
**Figura 4.38** – Resultados obtidos na categoria C1

Podemos constatar, deste modo que os alunos parecem continuar a evoluir, uma vez que foram agora em maior número os que foram capazes de identificar/interpretar/compreender a situação problemática apresentada. Os cinco alunos que evoluíram nesta categoria não foram os mesmos do estudo realizado na 1ª fase, o que significa que, em termos percentuais parecem manifestar agora maior competência para a resolução de questões problemáticas abertas: “*Primeiro começaria por discutir o assunto [...] de forma*

a ajudar [...] (aluno número vinte e sete); 1º Passo: faço uma pesquisa sobre a distribuição de água no Planeta [...] investigo o porquê dessa escassez de água [...] fazia uma investigação a nível científico [...] recolhia o máximo de informação possível [...]” (aluno número um).

**C2 - O aluno prevê/identifica factores relevantes e avalia o peso relativo dos mesmos**

Como foram apresentados contextos problemáticos diferentes, cada um foi analisado dentro da sua especificidade. Assim, na análise dos dados referentes à categoria a que se refere esta secção, teve-se em conta a previsão/identificação desses mesmos factores assim como a avaliação do peso relativo de cada um deles. Na Figura 4.39 são apresentados os resultados.

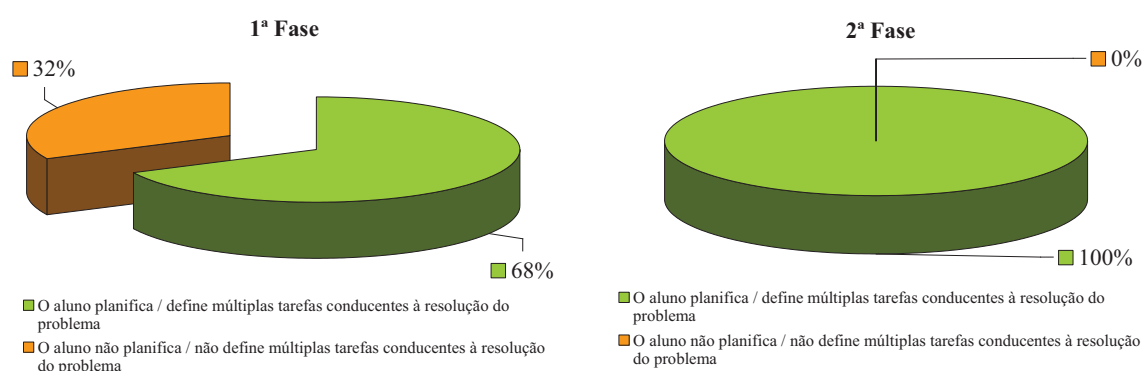


**Figura 4.39 – Resultados obtidos na categoria C2**

Como mostram os resultados obtidos na 2.ª fase, 93% dos alunos da turma evidenciou capacidade para prever e identificar factores relevantes no contexto da situação que investigavam. Todavia, houve alguns (cinco alunos) que, na 1ª fase, não anteviram qualquer factor importante na Questão colocada no teste de aferição. Ora, na segunda fase, essa situação também aconteceu com dois alunos que não identificaram, pelo menos, um factor da situação problemática apresentada. Acrescente-se que todos os que fizeram a previsão/identificação dos factores identificaram dois ou três factores, o que mostrou que, da primeira para a segunda fases, os alunos parecem mostrar alguma noção da necessidade de previsão e identificação de factores, inerentes à resolução do problema: *Primeiro iria investigar o grau de acidez da água da chuva, investigar fontes poluidoras do ambiente e o seu impacto no ambiente [...]*”(aluno número cinco).

### C3 – O aluno planifica/define múltiplas tarefas conducentes à resolução do problema

Nesta categoria, analisaram-se as respostas dos alunos de maneira a apurar se estava evidente, ou não, a presença de um plano geral de resolução, onde se pudesse confirmar a sistematização de determinados procedimentos que levassem tanto à construção de estratégias de acção possíveis, como à tomada de decisões. Assim, pudemos apurar que houve uma evolução significativa dos alunos da primeira para a segunda fase, como se indica na Figura 4.40.

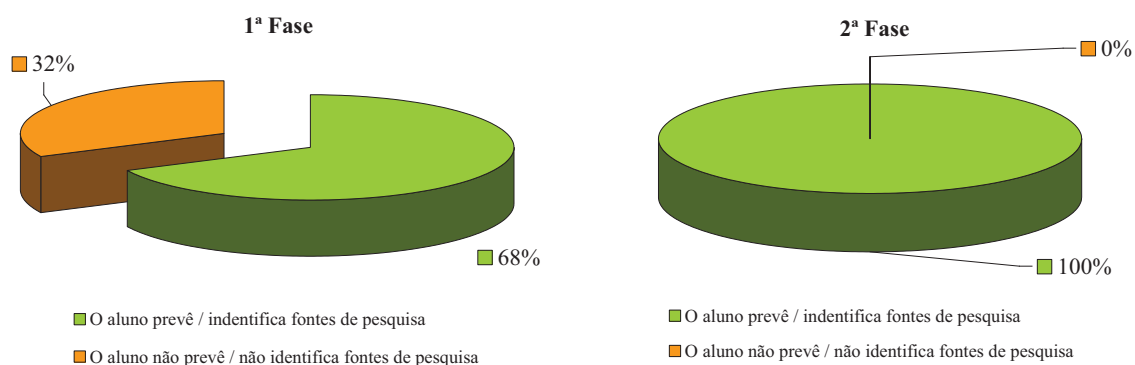


**Figura 4.40** – Resultados obtidos na categoria C3

Analisando mais em pormenor as respostas dadas pelos alunos, verificou-se que, na primeira fase, alguns programaram as possíveis tarefas no pós-teste ainda que de um modo confuso (32%), sem mostrarem muita consciência da necessidade de elaboração de um plano de abordagem do problema. Na segunda fase, todos os alunos apresentaram uma proposta de resolução do problema, onde constava a definição das tarefas que podiam levar à resolução, de um modo ordenado, do problema, e assim alcançar os objectivos pretendidos: *Para construir um aterro sanitário é necessário saber qual o local indicado para construí-lo, pesquisar se aumenta ou não a poluição, saber o seu orçamento, saber a melhor maneira para o encaminhar, saber se é rentável* (aluno número vinte e seis).

#### ***C4 – O aluno prevê/identifica fontes de pesquisa***

Esta categoria abarca a necessidade de recorrer a fontes de informação essenciais, que ajudem na procura de uma solução para o problema. A Figura 4.41, mostra os resultados obtidos.

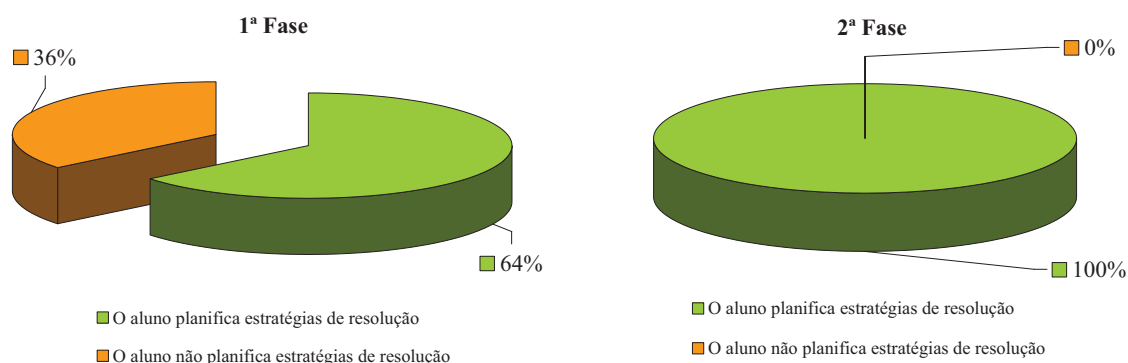


**Figura 4.41** – Resultados obtidos na categoria C4

Como se pode observar na Figura 4.41, na primeira fase, 68% dos alunos considerou a necessidade de obter informações, através de vários recursos, para a resolução do problema que tinha em mãos. Na segunda fase, as respostas fornecidas pelos alunos mostraram que todos mencionaram a necessidade de recolher informação. De acordo com o problema que tinham para resolver, os alunos referiram a necessidade da realização de questionários e entrevistas à população, de contactar a Câmara Municipal, o Ministério do Ambiente e a Associação Ambientalista “A Cegonha”, para obter informação e poder dar seguimento ao projecto.

#### ***C5 – O aluno planifica estratégias de resolução***

Nesta categoria, tentou analisar-se as respostas dos alunos que evidenciavam, ou não, capacidade para planificar estratégias de resolução de problemas. De acordo com a Figura 4.42, houve uma evolução muito positiva da primeira para a segunda fase.



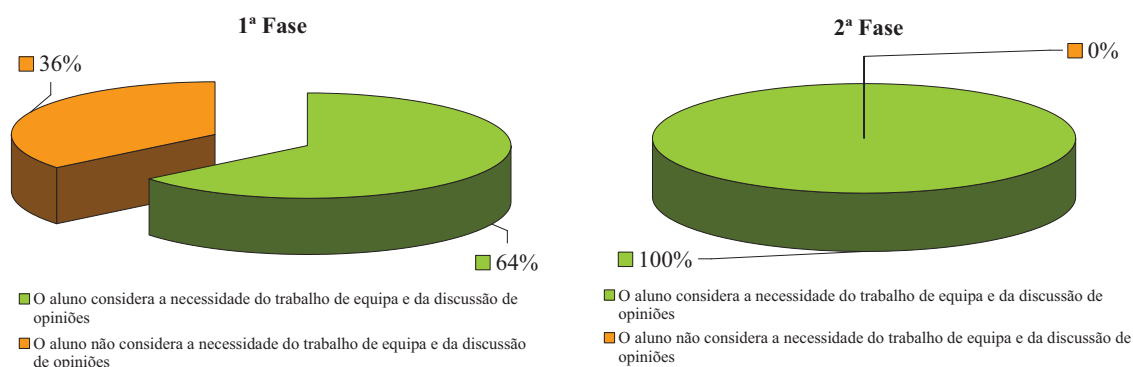
**Figura 4.42** – Resultados obtidos na categoria C5

Analisando mais em pormenor as respostas fornecidas pelos alunos, constatou-se que, na primeira fase, 10 alunos planificaram as possíveis tarefas de resolução do problema de um jeito bastante desconexo, sem mostrarem noção da necessidade de elaboração de um plano de abordagem do problema. Já na segunda fase, todos os alunos apresentaram propostas de resolução do problema que englobavam a definição das tarefas, e sua resolução de um modo metódico: *Primeiro iria recolher informação (pesquisar) para saber as maiores fontes poluidoras do ambiente. Teria que verificar os seguintes aspectos: contactar o Ministério do Ambiente para desenvolver o projecto; inquérito à população para saber a sua opinião [...]* (aluno número onze).

#### ***C6 – O aluno considera a necessidade do trabalho de equipa e da discussão de opiniões***

Nesta categoria, analisou-se se as respostas mostravam, ou não, que os alunos sentiam necessidade de colaboração *de* e *com* outras pessoas. A Figura 4.43 mostra os resultados obtidos.

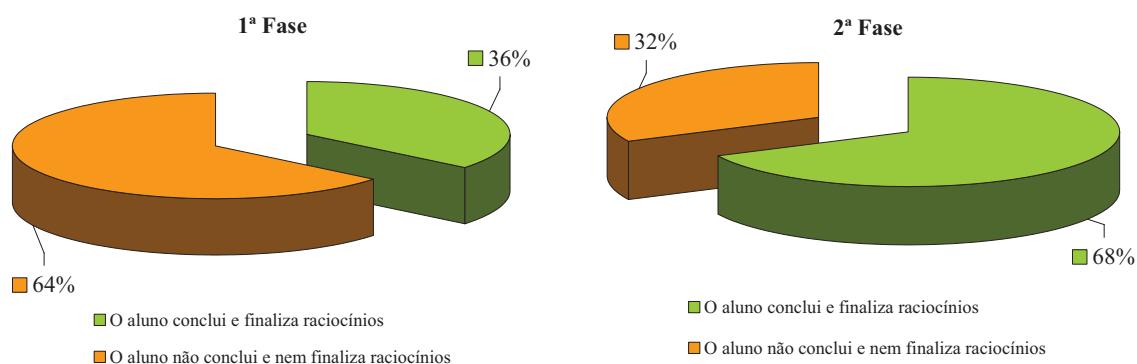
Assim, verifica-se que, no final da primeira fase, poucos foram os alunos que consideraram a necessidade de trabalho em equipa e de consultar outras pessoas para obter as suas opiniões (apenas 10 alunos). Já na segunda fase, todos os alunos consideraram importante contactar algumas entidades, como o Ministério do Ambiente e conhecer a opinião da população. Existe, agora, uma evolução muito positiva nesta categoria, o que poderá evidenciar uma mudança de opinião dos alunos em relação ao trabalho de equipa e à discussão de opiniões.



**Figura 4.43** – Resultados obtidos na categoria C6

### *C7 – O aluno conclui e finaliza raciocínios*

Nesta categoria, as respostas dos alunos foram analisadas tendo em conta a evidência, ou não, de capacidade para concluir e finalizar os diferentes raciocínios desenvolvidos. A Figura 4.44 indica os resultados.



**Figura 4.44** – Resultados obtidos na categoria C7

Pode verificar-se que, da primeira para a segunda fase deste estudo, são bastante diferentes os resultados obtidos em relação à capacidade de concluir e finalizar raciocínios.

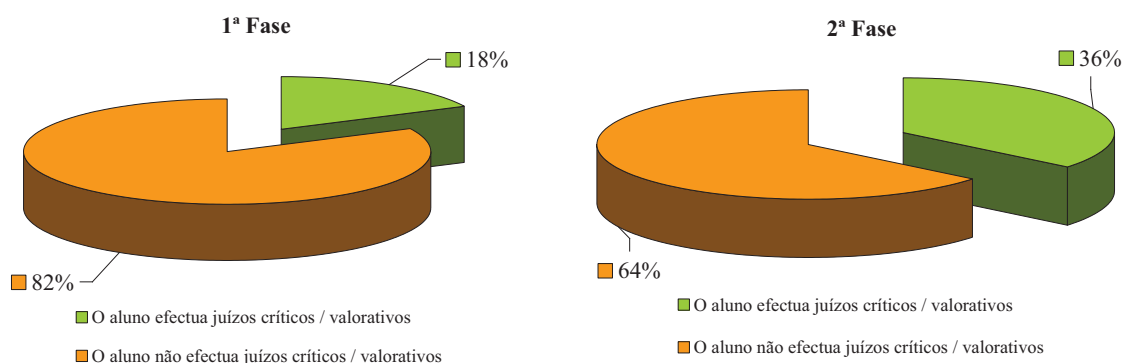
Na primeira fase, a maioria dos alunos (18) demonstrou bastantes dificuldades em concluir os diferentes raciocínios efectuados, evidenciando poucos indícios de capacidade de conclusão e finalização dos raciocínios iniciados. De um modo geral, apenas descreviam propostas de acção, não demonstrando preocupação em concluir os raciocínios que lhes deram origem. Ora, comparando as respostas da primeira com as respostas avançadas pelos alunos na segunda fase, constatou-se uma evolução considerada positiva,

pois as 36% de respostas em que o aluno conclui e finaliza raciocínios passaram para 68%, ou seja, são agora 19 os alunos inseridos nesta categoria: *Depois de já ter tudo, começávamos a trabalhar [...]* (aluno número seis) e *Depois de tudo verificado, podemos começar a construção, se estiver tudo em ordem* (aluno número dez).

#### **C8 – O aluno efectua juízos críticos/valorativos**

Nesta categoria, são analisadas as respostas em termos da presença de uma apreciação crítica de todo o processo de resolução adoptado e de comentários valorativos que acrescentassem opiniões pessoais dos alunos no contexto da situação criada. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 4.45.

Como mostra a evolução dos resultados, os alunos, parecem continuar a revelar dificuldades quer em tecer comentários relativos à situação criada, quer em fazer uma apreciação crítica de todo o processo desenvolvido, à semelhança do que aconteceu na primeira fase. No entanto é digno de nota que há evolução positiva (18% para 36%).



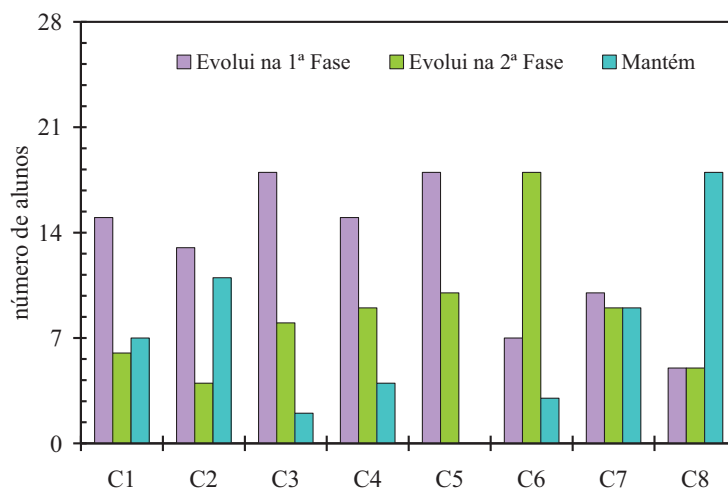
**Figura 4.45** – Resultados obtidos na categoria C8

#### **4.5.1 - Análise global do percurso dos alunos da 1ª para a 2ª fases**

Os resultados obtidos anteriormente, inferem que a abordagem de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas parece ter contribuído para desenvolver competências de resolução de situações problemáticas. Contudo, e uma vez que nem todos os alunos evoluíram em todas as categorias consideradas, procedeu-se a uma análise global do percurso dos alunos da 1ª para a 2ª fase, de forma a mostrar na



Figura 4.46, de uma forma mais clara como é que a abordagem de ensino e aprendizagem aplicada à turma pode ter afectado cada um dos alunos.



**Figura 4.46** – Percurso dos alunos da 1ª para a 2ª fase

Da observação do gráfico da Figura 4.46, pode constatar-se que, qualquer que seja a categoria houve uma evolução em ambas as fases. No entanto, verificou-se que, na 1ª fase, do pré para o pós-teste foi onde a evolução foi maior. A Figura 4.46, mostra ainda, que os alunos continuam a evidenciar, na segunda fase, um manifesto hábito de não proceder a uma apreciação crítica do processo global de resolução perfilhada. Com efeito, continua, nesta fase do estudo, a não se encontrar, nas respostas dos alunos, verbalizações escritas que mostrem que aqueles não são capazes de avaliar as decisões e as posturas adoptadas no âmbito da planificação do processo global de resolução do problema.

No entanto, conjugando os resultados obtidos nas duas fases do estudo desta dissertação, parece existir alguma legitimidade para admitir que a evolução verificada se poderá ficar a dever à abordagem de ensino e aprendizagem aplicada à turma. Emergem, com efeito, das análises efectuadas às respostas dos alunos quer no teste de conhecimentos de Física (aplicado na 1ª fase), quer nos testes de aferição de desempenho na resolução de situações problemáticas abertas (aplicados na 1ª e 2ª fases), indicadores favoráveis à abordagem de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

#### **4.6 - Apresentação e análise dos resultados obtidos na entrevista de grupo – Focus Group**

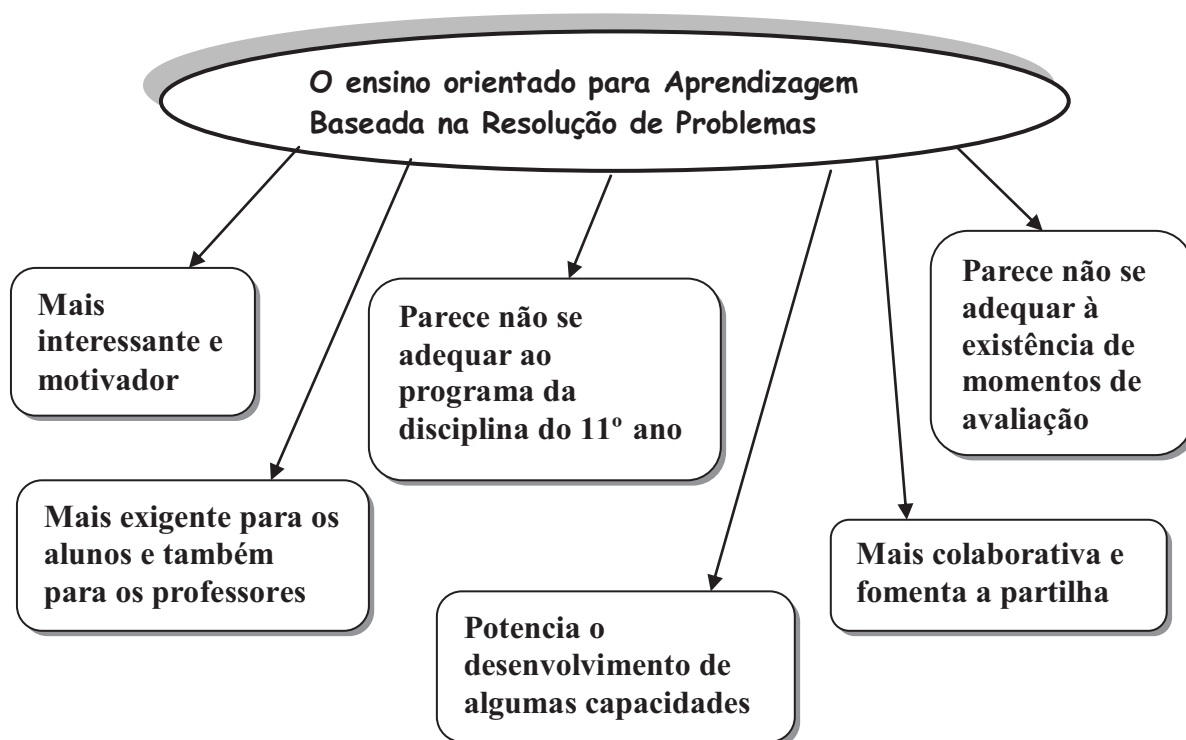
Neste ponto são apresentados e analisados os resultados obtidos por aplicação da entrevista *Focus Group* realizada a sete alunos da turma, um de cada grupo.

A entrevista foi estruturada em duas categorias (capítulo 3, ponto 3.6.7) e a sua análise submeteu-se também a essa categorização.

##### ***Categoria: Identificação das práticas pedagógicas***

As Questões inseridas nesta categoria tinham como objectivo comparar o ensino e Aprendizagem Baseado na Resolução de Problemas com o ensino dito tradicional e, simultaneamente, recolher informação sobre o grau de satisfação/motivação nos alunos, para a aprendizagem nesta perspectiva de ensino. Para atingir o exposto, foram colocadas aos alunos algumas Questões orientadoras: *Notaram diferença na forma como foi leccionada a unidade I de Física e a unidade II de Química?; Podem explicar as diferenças que observaram?; Que ideia tens, em geral, da abordagem de ensino orientada para a Resolução de Problemas? (interessante/aborrecida, abstracta/concreta, difícil/fácil...); Esta experiência de ensino e aprendizagem contribuiu para uma visão diferente do estudo da Física e da Química? Porquê? Podem explicitar melhor a vossa ideia? Consideram que esta experiência de ensino vos poderá ajudar na disciplina de “Área de Projecto” no 12º ano? De que modo? Estariam disponíveis para repetir esta experiência de ensino e aprendizagem numa outra oportunidade? Porquê?*

O diagrama da Figura 4.47 mostra a síntese dos resultados obtidos.



**Figura 4.47** – Opinião dos alunos na categoria “*Identificação das práticas pedagógicas*”

Na Tabela 4.1, estão organizados alguns excertos da entrevista efectuada aos alunos na categoria em análise. As letras maiúsculas de A a G identificam os alunos entrevistados.

**Tabela 4.1-** Excertos do diálogo dos alunos na entrevista em grupo

Questões	Excertos da entrevista
Notaram diferença na forma como foi leccionada a unidade I de Física e a unidade II de Química? Podem explicar as diferenças que observaram?	<p>“Notei muita diferença, analisamos aqueles textos, formulámos questões e trabalhámos em grupo...” (A e B)</p> <p>“...nós tínhamos que pesquisar e ir ao encontro das leis...” (C)</p> <p>“...trabalhamos mais sem fórmulas, no ano anterior e no capítulo 2 não foi assim” (F e G)</p> <p>“Na unidade II a professora deu as aulas como nos outros anos, expondo a matéria e nós íamos acompanhando...” “fazíamos os exercícios do final do livro...” (A e C)</p> <p>“ Não era com tantas situações do nosso dia-a-dia...” (F)</p> <p>“Neste método as actividades experimentais não seguiam o que o livro dizia...”</p> <p>“Nós é que tínhamos que ver como íamos trabalhar” (C e G)</p> <p>“No ano anterior, e até na unidade II a professora dava-nos tudo... já tínhamos os aparelhos ligados era só trabalhar” (E e F)</p>
Que ideia tens, em geral, da abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas? (interessante/aborrecida, abstracta/concreta, difícil/fácil...)	<p>“ Eu achei motivante, mas dava muito trabalho. Na Física trabalhamos nas aulas, mas na Química tivemos que dispor de muito tempo nosso... (C e B)</p> <p>E para nos juntarmos era complicado” (B)</p> <p>“Achei interessante, apesar de exigir mais trabalho nosso...” (E, C e D)</p> <p>“É verdade...mas também da Professora...” (A)</p> <p>“...Toda a turma gostou...” (A, B, F e G)</p> <p>“...Quando os professores dão a matéria dão-nos logo as fórmulas...neste tipo de aulas não...para uns alunos é melhor, para outros não...” (A e B)</p> <p>“Aqueles que não gostam de investigar (D e F)</p> <p>“Eu não concordo com A e B porque nas outras aulas os professores não dão logo as fórmulas, eles explicam a matéria e as fórmulas também vão surgindo...” (E)</p> <p>“Eu [D] gostei...só não acho este método bom para ter testes e exames nacionais como são feitos agora.” (D)</p> <p>“Quando nós queríamos estudar, por exemplo quando eu chegava a casa e queria estudar parece que não via relação com aquilo que se debatia nas aulas, mais tarde sim ... mas logo de imediato não...” (A)</p> <p>“Tivemos umas certas dificuldades de início.” (A, F e G)</p> <p>“Acho que toda a turma no geral gostou... até se passou momentos engraçados...houve mais convívio entre nós e mesmo partilhamos mais as coisas...” (A, B, C, D, E e F)</p>
Esta experiência de ensino contribuiu para uma visão diferente do estudo da Física e da Química? Porquê?	<p>“...associamos mais a Física e a Química aos fenómenos do dia-a-dia” (A, C e E)</p> <p>“Eu também acho...” (B)</p> <p>“Não temos que decorar tantas fórmulas...elas parecem que surgem naturalmente...” (F e G)</p> <p>“Eu até gostei muito, muito mais do que a outra maneira, até já vejo a Física e a Química de uma maneira diferente. Despertou em mim uma maneira diferente de pensar e ver as coisas...” (A)</p>
Consideram que esta experiência de ensino vos poderá ajudar na disciplina de “Área de Projecto” no 12º ano? De que modo?	<p>Sinto-me mais confiante para desenvolver trabalhos projecto, por exemplo na Área de Projecto no 12º ano...” (A)</p> <p>“Sim sim, não tenho dúvida, tenho amigos no 12º ano, que dizem o que essa disciplina exige muito método de trabalho e acho que isso conseguimos este ano, não acham?” (B, C e F)</p> <p>Podíamos não ter conseguido mais nada... mas capacidade de pesquisa, organização de ideia, debater ideias dar a nossa opinião acho que isso conseguimos...” (A, B, D, E e F)</p>

(continua)

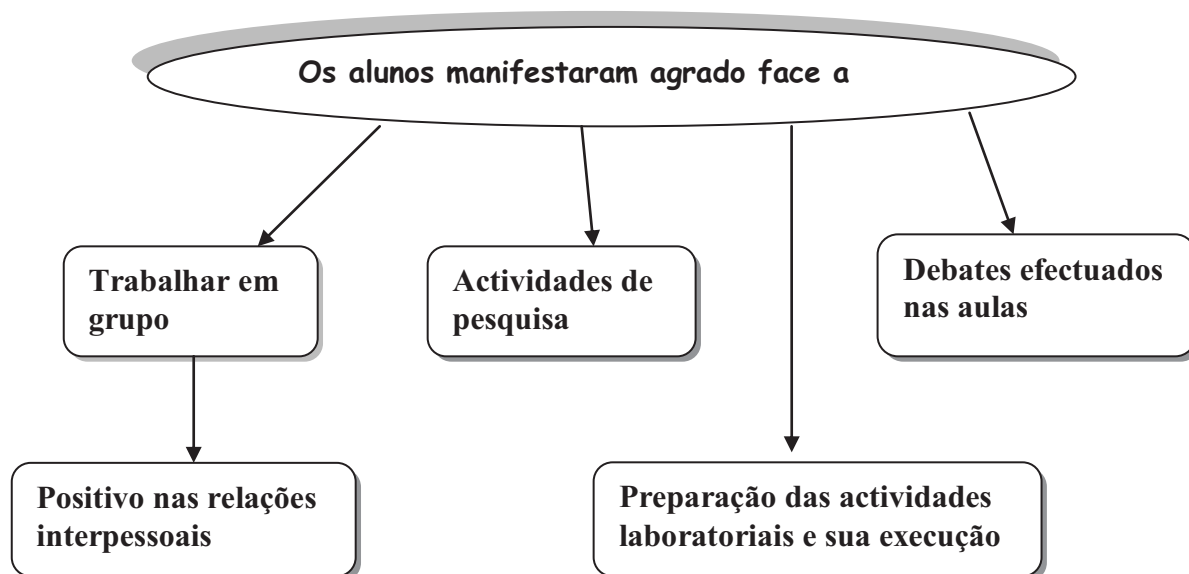
Continuação da Tabela 4.1

Questões	Excertos da entrevista
Estariam disponíveis para repetir esta experiência de ensino e aprendizagem numa outra oportunidade? Porquê?	<p>“[...] eu gostaria de repetir esta experiência e penso que muitos dos nossos colegas também...”(D)</p> <p>“Sim, sim acho que muitos de nós...” (A, B, C e F)</p> <p>“Para o ano que vem é uma boa oportunidade...” (G)</p> <p>“Ah sim, até que nem temos exame logo estamos, mais à vontade...”(A)</p> <p>“A professora para o ano é nossa professora? porque acho que nem todos os professores dão assim...(B e F)</p>

### ***Categoria: Actividades realizadas nas aulas***

Nesta categoria pretendia-se recolher informação sobre a organização e o funcionamento das aulas na perspectiva de ensino Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Assim formularam-se as seguintes Questões orientadoras: *O facto de terem trabalhado em grupo foi positivo?; Se sim de que forma é que vos ajudou?; Se não, refiram as causas dessa insatisfação. Açam que dos textos apresentados nas aulas, emergiram questões que foram úteis para a reflexão do estudo dos conceitos de Física e de Química? Porquê? Os materiais/meios físicos colocados à disposição foram suficientes para desenvolver a vossa pesquisa de aprendizagem?; Ao longo do ano as aulas tiveram ritmos diferentes. Realizámos várias actividades: trabalhos laboratoriais, debates, trabalhos de grupo e aulas expostas por ti sob orientação da tua professora. Houve alguma actividade de que gostaram menos?*

O diagrama da Figura 4.48 mostra a síntese dos resultados.



**Figura 4.48** – Opinião dos alunos na categoria “*Actividades realizadas nas aulas*”

Na Tabela 4.2, estão organizados alguns excertos da entrevista efectuada aos alunos na categoria em análise.

**Tabela 4.2 - Excertos do diálogo dos alunos na entrevista**

Questões	Excertos da entrevista
O facto de terem trabalhado em grupo foi positivo? Se sim de que forma é que vos ajudou? Se não, refiram as causas dessa insatisfação	<p><i>“Eu gostei muito das actividades que realizamos...achar a solução para as coisas que estávamos a trabalhar, achei o máximo,...”(A, B e D)</i></p> <p><i>“Também gostei da parte em que íamos expor os resultados à turma...” (C)</i></p> <p><i>“Eu achei muito interessante quando nós falávamos e exponhamos as nossas ideias em relação a um determinado assunto e depois a professora no final ia fazer aquela síntese, mapa de conceitos Foi uma maneira diferente de ter as aulas...”(E)</i></p> <p><i>“Sim, sim ...eu também, aliás todos nós....”(F)</i></p>
<p>Acham que dos textos apresentados nas aulas, emergiram questões que foram úteis na reflexão do estudo dos conceitos de Física e de Química? Porquê?</p> <p>Os materiais/meios físicos colocados à disposição, foram suficientes para desenvolver a vossa pesquisa de aprendizagem?</p>	<p><i>“...achamos que os textos foram bons... assim como os filmes...não sei...”(A )</i></p> <p><i>“acho que sim...”(C)</i></p> <p><i>“Eu adorei de fazer aquela actividade da gota de água, foi espectacular, no meu grupo conseguimos determinar exactamente o valor da aceleração da gravidade [risos]... fomos muita bons...”(F)</i></p> <p><i>“...os materiais utilizados acho que foram bons... apesar de nas actividades experimentais tivéssemos que improvisar...mas correram bem”(G)</i></p> <p><i>“Mas o trabalho do grupo da... sobre as leis de Newton é que foi o máximo, até a Professora se riu...a Professora não contava, pois não...aquilo foi surpresa, mas estava interessante”(A e F)</i></p> <p><i>“Gostei imenso do filme sobre Galileu...”(B)</i></p> <p><i>“Também gostei do trabalho do grupo da... na Química, muito giro muito criativo...”(D)</i></p> <p><i>“Eu considero que na Química apesar de não termos tantas aulas, mas como já tínhamos a experiência da parte da Física conseguimos estruturar melhor as ideias...”(A e B)</i></p> <p><i>“Nós todos gostámos dos textos e das actividades que fizemos”(C)</i></p> <p><i>“Sim, sim especialmente na Física, ...”(F e G)</i></p> <p><i>A professora aí foi mais exigente, andava sempre de volta de nós [risos] ...”(A)</i></p> <p><i>“E os resultados das nossas investigações foram espectaculares, trabalhos muito interessantes do ponto de vista científico... a Professora não acha?...”(B)</i></p> <p><i>“Claro que sim. Não viste as notas que a Professora deu? é porque as merecemos.”(F)</i></p>

Continua

Continuação da Tabela 4.2

Questões	Excertos da entrevista
<p>Ao longo do ano as aulas tiveram ritmos diferentes. Realizámos várias actividades: trabalhos laboratoriais, debates, trabalhos de grupo e aulas expostas por ti sob orientação da tua professora.</p> <p>a) Gostaram das actividades realizadas?</p> <p>b) Das actividades referidas indica as que vos deram mais prazer e aquelas em que tenham aprendido mais. Expliquem porquê.</p> <p>Houve alguma actividade que gostaram menos? Qual foi?</p>	<p><i>“Eu no geral gostei de tudo, no entanto não posso deixar de dizer que nós tivemos um certo receio de não percebermos a matéria. No início e eu falo por mim, senti-me um bocado deslocado, não sabia muito bem o que estudar... mas depois pensei... calma, se eu conheço a Professora ela não nos vai deixar sem perceber a matéria...”</i> (A)</p> <p><i>“Eu também me senti assim, especialmente quando falava com os colegas das outras turmas, eles pareciam que falavam coisa diferentes.... Depois é que vi que estavam mais adiantados...”</i> (B e F)</p> <p><i>Mas quando eu lhes dizia das actividades que estávamos a desenvolver...</i></p> <p><i>“Professora eles ficavam com inveja... [risos]”</i> (G)</p> <p><i>“Acho que não houve nenhuma actividade que se possa dizer que não gostamos... os testes claro... esses é que não deveriam existir...”</i> (D)</p> <p><i>“Também acho... [risos] ”</i> (F e G)</p> <p><i>“Assim como os exames, testes intermédios etc”</i> (C e E)</p> <p><i>“E também tantas disciplinas ... porque esta disciplina exigiu muito de nós...”</i> (A)</p>

Das ideias evidenciadas pelos alunos na entrevista, parece haver um balanço positivo da abordagem de ensino e aprendizagem que aqueles alunos experienciaram, pois, segundo eles, parece ter sido promotora de desenvolvimento de novas capacidades. Já estudos realizados no Ensino Básico (Vieira, 2007) e no Ensino Secundário (West, 1992), referem que o ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas produz um efeito positivo nos alunos, quer em termos de aprendizagem de conceitos, quer em termos de desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Na sua entrevista, os alunos também referiram que aprenderam melhor os conteúdos, e parecem mostrar uma empatia mais favorável em relação à disciplina, apesar de inicialmente sentirem dificuldades de adaptação. Esta opinião também encontra suporte científico em estudos efectuados por Chang e Barufaldi (1999) e Savin-Baden (2000) que demonstraram que os alunos aprendem mais e melhor através da abordagem de ensino implementada na turma, apesar de aqueles autores realçarem que os alunos têm dificuldades de adaptação à mudança de ensino.

Quer no questionário de opinião (1ª fase), quer na entrevista (2ª fase), os alunos referiram que parece que possuem agora maior confiança para resolver questões que envolvam situações problemáticas, assim como pensam que esta experiência de ensino e aprendizagem os poderá ajudar no próximo ano na disciplina de Área de Projecto. Esta opinião dos alunos parece ter suporte nos estudos de West (1999), Cruz e Valente (1997), Duch (1996) e Chang e Barufaldi (1999), ao demonstrarem que os alunos, sujeitos a uma

Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, apresentam melhorias na identificação e compreensão de situações problemáticas, ganham competências a nível de pesquisa e organização da informação e dos dados necessários à resolução das mesmas. Foi o que os alunos referiram, que se sentiam mais organizados e com maior facilidade na elaboração de raciocínios, sendo também o espírito de cooperação e de trabalho enriquecido. Assim, do exposto e corroborado pelos estudos de Duch (1996), Neto (1998) e Vieira (2007), pode tirar-se a ilação de que o ensino orientado para a Aprendizagem Baseado na Resolução de Problemas parece induzir a uma melhoria nos conhecimentos de Física e Química e na capacidade de os aplicar em diferentes situações, além de que os alunos parecem ficar mais motivados pois manifestaram uma opinião favorável à resolução de desafios.

#### ***4.7 - Principais dificuldades encontradas pelos alunos e pela Professora no decurso da implementação da abordagem de ensino em estudo***

O diagnóstico das principais dificuldades encontradas pelos alunos no decurso do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas que a seguir se traça resultou da observação directa dos alunos quer na sala de aula, quer no âmbito das pesquisas desenvolvidas no exterior da mesma. Acresce, ainda, a contribuição das conversas ocorridas entre a professora investigadora e os alunos, de um modo mais formal, no decorrer das aulas, assim como das conversas que aconteceram, de modo mais informal, fora da sala de aula. Uma análise conjunta de todos estes dados indica que uma parte significativa das dificuldades sentidas pelos alunos encontra abrigo em três áreas de dificuldades distintas, que a seguir se expõem:

- *Dificuldades decorrentes da incapacidade de identificação e aceder a fontes de investigação adequadas para a investigação em curso*

Como já foi referido, os alunos foram incentivados a usar as suas habilidades e conhecimentos pessoais para identificarem e procurarem as fontes de pesquisa necessárias. Merece a pena sublinhar que, tendo sido dada liberdade aos alunos para procurarem fontes de pesquisa adequadas, conducentes à recolha de informação relevante para a resolução do problema em análise, seria natural esperar que alguns alunos sentissem dificuldades em as localizar. Por isso, foi com naturalidade que se verificou que alguns alunos manifestavam



pouco à vontade, na primeira fase do estudo, na definição das fontes de pesquisa relevantes apresentando inicialmente, indícios de uma total desorientação: *“Nós pensamos em procurar na biblioteca... mas vamos lá procurar o quê?”*, *“Podemos ir à Internet, mas a professora tem de nos dar os sites...é que a Internet tem muitas coisas!”* Na segunda fase deste estudo, os alunos já pareciam conseguir com algum sucesso identificar e seleccionar as fontes de informação adequadas.

- *Dificuldades relacionadas com a gestão das fontes de informação*

Verificou-se que alguns grupos de trabalho, quer antes quer após terem acedido com sucesso às fontes de pesquisa relevantes, no âmbito da investigação em curso, eram incapazes de definir o que fazer com elas. A esse propósito, é eloquente a observação feita por alguns alunos em relação ao destino a dar às notícias recolhidas pelo grupo de trabalho: *“Não podemos chamar a professora? [para nos ajudar a decidir se a notícia é importante ou não para a resolução do problema] ”*

- *Dificuldades temporais*

Segundo a opinião dos alunos, e pelo facto de esta abordagem de ensino e aprendizagem implicar algum trabalho extra-aula (2.<sup>a</sup> fase), geraram-se “conflitos” entre disciplinas, na medida, em que o tempo necessário para a realização de determinadas tarefas se sobrepõe ao tempo que se tem disponível para estudar e realizar trabalhos de casa de outras disciplinas. *“Penso que o tempo que temos disponível para realizar este tipo de aulas é curto e não nos deixa tempo para fazermos outra coisa”, “Não temos tempo para andar a investigar. Temos muitos testes e testes intermédios nacionais...”*(Questão 17, Q.O.).

Vale a pena, também, chamar a atenção para as principais dificuldades sentidas pela professora investigadora-autora deste estudo, durante a implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

- *Dificuldades decorrentes da gestão dos debates*

No decurso dos debates, houve necessidade de gerir as intervenções dos vários grupos e de conduzir a turma rumo à consecução dos objectivos que inicialmente se tinham traçado. Aqui surgiram algumas dificuldades, por duas razões que se reputam de essenciais: primeiro, porque, em certa altura, as conversas derivaram para situações que pouco relevo tinham no contexto da investigação em causa. Nessas ocasiões, foi difícil, sem privar a necessidade dos alunos de saber mais sobre determinado assunto e sem lhes limitar a curiosidade natural e o apreço pela compreensão do meio físico onde estavam integrados, conduzi-los de novo para os problemas abordados; segundo, porque foi igualmente complicado gerir a intervenção como professora investigadora-autora sem produzir interferências susceptíveis de “minar” o estudo que se estava a desenvolver.

- *Dificuldades decorrentes da necessidade de acompanhamento dos alunos no exterior à sala de aula*

De facto, houve necessidade de gerir a mobilidade dos alunos em várias vertentes diferentes (idas à biblioteca, contactos com determinadas entidades e organismos, realização de entrevistas ao público em geral, etc.) o que, por vezes, obrigava a que os alunos trabalhassem fora da escola. Na verdade, este aspecto revelou-se bastante complicado, pois os alunos tinham o seu horário muito preenchido. No entanto, mostraram-se sempre disponíveis para executar as tarefas extra-aula.

- *Dificuldades emergentes da mudança de papel*

A simultaneidade em ser professora investigadora-autora gerou conflitos de interesse. Como professora, o impulso natural, quando um aluno colocava uma dúvida, era responder, satisfazendo a sua fome de saber; como investigadora, por outro, a autora procurava que fosse o próprio aluno a delinear o percurso de investigação a adoptar para solucionar o seu problema, não fornecendo, como tal, a resposta para aquele. Casos houve em que foi difícil impedir que o papel de professora (educadora) se sobrepusesse sob o papel de investigadora. Tal ocorreu especialmente nos casos em que se estava convicta da inadequação das propostas de resolução preconizadas pelos alunos.

Em suma, no que respeita a dificuldades sentidas, verifica-se que estas decorreram, no caso dos alunos, da incapacidade para identificar e aceder a fontes de informação adequadas para a investigação em curso, da incapacidade para gerir as fontes de informação e da ausência de tempo extra-aula disponível. No caso da professora investigadora e autora, as principais dificuldades encontradas centram-se na adequação dos contextos problemáticos que conduzissem aos objectos de ensino leccionados nas áreas temáticas (“Movimentos na Terra e no Espaço” e “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”), gestão dos debates e na necessidade da mudança de papel.

Ora, a grande maioria destas dificuldades tinha já sido prevista no âmbito da revisão de literatura efectuada no capítulo 2. Com efeito, Boud e Feletti (1997) haviam já reconhecido e identificado a existência de dificuldades no ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Contudo, não havia encontrado referência particular a dificuldades que se consideraram poder constituir o principal obstáculo à implementação de uma abordagem de ensino deste cariz: contextos adequados, gestão dos debates e limitações de tempo.

---

## **CAPÍTULO 5**

### *Conclusões e Implicações do Estudo*

### ***5.1- Introdução***

Este capítulo inicia-se com a apresentação das principais conclusões do estudo (5.2) organizadas em função das questões de investigação formuladas em (1.3). Serão, depois discutidas as implicações do estudo (5.3), as principais limitações (5.4), e, por fim, apresentam-se algumas sugestões para futuras investigações (5.5).

### ***5.2 - Principais conclusões***

De um modo sintético, os objectivos que nos propusemos alcançar com este estudo têm que ver com vários aspectos: primeiro, avaliar o efeito de uma abordagem de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no desenvolvimento conceptual dos alunos no tema de Física “Movimentos na Terra e no Espaço”; segundo, avaliar o efeito de uma abordagem de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Física “Movimentos na Terra e no Espaço” e na Química “Da atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”, na capacidade de resolução de situações problemáticas; terceiro, analisar as opiniões dos alunos e da professora, acerca da abordagem de ensino implementada.

Com o intuito de motivar os alunos a aprender os conteúdos de Física e de Química associados às áreas temáticas “Movimentos na Terra e no Espaço” e “ Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”, de os ajudar a desenvolverem competências que lhes permitissem relacionar-se de um modo diferente com o conhecimento veiculado pelas diferentes áreas do saber contemporâneo (e desse modo, entenderem, seguirem e envolverem-se nos debates sobre temas científicos e tecnológicos que esses temas colocam quer para eles como indivíduos quer para a sociedade como um todo), planificou-se e aplicou-se a uma turma do 11º ano uma abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

A avaliação do efeito dessa abordagem de ensino (Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas) foi realizada a dois níveis: aprendizagem de conhecimentos conceptuais e desenvolvimento de competências em resolução de problemas. Avaliou-se, ainda, a adesão dos alunos à abordagem de ensino e aprendizagem proposta e

diagnosticaram-se dificuldades sentidas quer pela professora quer pelos alunos no decurso da implementação da estratégia de ensino adoptada.

Os resultados obtidos (apresentados no capítulo 4) revelaram que, a turma evoluiu, de um modo acentuado do pré para o pós-teste, relativamente aos conceitos associados à área temática “Movimentos na Terra e no Espaço”, revelando aquele, uma maior percentagem de alunos que elabora agora, construções mentais mais próximas das “*cientificamente aceite*”.

Uma análise pormenorizada dos resultados apresentados no capítulo 4 permite fazer derivar as conclusões que a seguir se explanam.

No que concerne à aprendizagem dos conceitos de velocidade média e velocidade instantânea, conclui-se que a abordagem de ensino proposta parece ter contribuído para que a turma evoluísse no domínio daqueles conceitos.

No que diz respeito ao conceito de aceleração, poderá concluir-se que a abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas terá contribuído para o sucesso dos alunos da turma nesse domínio, sucesso esse que foi, de alguma forma, relativo, pois as dificuldades parecem permanecer em seis alunos após a implementação do ensino e aprendizagem.

No que concerne à aprendizagem de conhecimentos conceptuais e às dificuldades que os alunos encontram ao lidar com conceitos de Física associados ao binómio força-movimento, os resultados parecem revelar, desagrado à implementação da abordagem de ensino em estudo.

No que diz respeito à Lei da Inércia, conclui-se que a abordagem de ensino e aprendizagem proposta não introduziu melhorias dignas de registo no desempenho dos alunos nesta área.

Por outro lado, e no que se prende com a Terceira Lei de Newton e com a compreensão do conceito de força que lhe subjaz, conclui-se que em contextos semelhantes aos que envolveram o trabalho desenvolvido na consecução dos problemas, a turma evoluiu de um modo notório do pré para o pós-teste. Este resultado poderá dever-se à abordagem de ensino adoptada na turma, visto que parece ter contribuído para a evolução dos alunos em contextos similares aos que foram usados nas aulas. Do conjunto de resultados obtidos neste campo conclui-se, ainda, que os alunos continuam a evidenciar algumas dificuldades na compreensão do conceito de força.

Passando à capacidade para analisar correctamente gráficos de movimento, conclui-se que o impacto da abordagem proposta parece ter sido bastante positiva, pois a evolução foi acentuada.

No que se liga à gravidade, poderá inferir-se que a abordagem de ensino e aprendizagem proposta, embora contribuisse para uma evolução da turma, conduz ainda à persistência de dificuldades em alguns alunos.

Conclui-se ainda que, apesar de não ser objectivo fundamental desta investigação, quer antes quer após a implementação da abordagem do ensino e aprendizagem em causa, os alunos apresentam ideias e dificuldades semelhantes às recorrentemente descritas em outros estudos (Watts, 1982; Gunstone e Watts, 1985. Neto, 1998; Valente e Neto, 1992; Leite e Afonso, 2000; Díaz, 2002; Lopes, 2004 e Palma e Leite, 2006). A abordagem de ensino perfilhada, embora não tenha sido suficiente para que todos os alunos ultrapassassem as suas dificuldades e construíssem ideias mais próximas das “cientificamente aceite”, atingindo, desse modo, um nível de aprendizagem elevado (que era o que se desejava), contribuiu globalmente para uma evolução bastante positiva.

No que diz respeito ao objectivo desta dissertação, avaliar o desenvolvimento de competências em resolução de situações problemáticas, os resultados revelaram que a turma, quando sujeita a um ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, parece ter evoluído de um modo bastante acentuado, naquelas competências, o que foi confirmado com os resultados obtidos na segunda fase deste estudo, pois foram propostos aos alunos várias situações problemáticas (Anexos VII, IX e X).

Assim, parece existir alguma legitimidade para se concluir deste estudo, que um ensino desta natureza contribui para o desenvolvimento de competências de resolução de situações problemáticas nos alunos, conclusão esta que é consonante com os resultados obtidos no estudo realizado por Chang e Barufaldi (1999).

Seguidamente, e no sentido de avaliar o segundo objectivo a que nos propusemos, conclui-se, da análise dos resultados obtidos no questionário de opinião, que a abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas parece ter conduzido a uma reacção muito favorável dos alunos, tendo estes aderido positivamente ao método de ensino em questão. De facto, foi elevado o número dos que optou, aquando da aplicação do questionário, na primeira fase do estudo, pelas categorias de resposta favoráveis à abordagem de ensino implementado pela professora investigadora, o que não

constituiu surpresa, uma vez que tal já tinha sido previsto aquando da análise dos resultados obtidos por Chang e Barufaldi (1999) e Vieira (2007). Este facto constitui um forte indício de um impacte claramente positivo daquela perspectiva de ensino nos alunos. Reforça também esta conclusão a análise dos comentários emitidos pelos alunos quer no âmbito da Questão 17 do questionário de opinião, reiterada por um grupo de sete alunos quando entrevistados na segunda fase do estudo, quer aquando do decurso das aulas. Este é, de facto, um aspecto importante, uma vez que quer os comentários redigidos pelos alunos no questionário, quer os verbalizados na entrevista e na sala de aula permitiram que os alunos explicitassem e clarificassem melhor as opções que assinalaram nas várias questões do questionário de opinião. Ora, tal elimina, de certa forma, a aleatoriedade que a escolha dessas opções poderia implicar assim como o risco das conclusões que delas se poderiam extrair.

Esses comentários permitiram concluir ainda que os alunos têm consciência das diferenças principais entre a abordagem de ensino utilizado na leccionação das restantes áreas temáticas de Química e Física e no ano lectivo transacto (“ensino tradicional”) e a abordagem de ensino preconizado pela professora investigadora no ensino da unidade temática “Movimentos na Terra e no Espaço” e “Da atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra”. Tal é corroborado pelo facto de os alunos referirem que a abordagem de ensino e aprendizagem implementada pela professora não os obriga a um estudo direccionado para a memorização de leis e fórmulas físicas, como, segundo eles, é hábito num ensino tradicional, mas antes lhes permitiu assimilar essas leis e fórmulas por associação com o contexto no qual se desenvolve a resolução dos problemas. A grande maioria dos alunos que defendeu esta ideia, relevou o facto de este método lhes possibilitar aprender Física e Química no contexto do mundo real. Deram também enfoque ao facto de o método de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas lhes ter proporcionado um papel mais activo no processo de aprendizagem, acarretando isso a necessidade de terem de ser eles próprios a tomar as decisões relevantes conducentes à consecução dos problemas a resolver. Valorizaram também a dinâmica das aulas, particularmente a flexibilidade, o interesse e a motivação na e pela aprendizagem que esta abordagem de ensino promove, por lhes colocar desafios como alunos, indivíduos ou ainda como membros integrantes de uma sociedade em permanente transformação.



Considera-se este último aspecto de cabal importância, uma vez que é imprescindível motivar os alunos para resolver problemas, de forma a que, posteriormente, se sintam interessados na aprendizagem do corpo de conhecimentos necessários à resolução daqueles. Garantida a motivação, a ajuda do professor completará os restantes requisitos de cooperação e diálogo ao longo do ensino, permitindo que o aluno esteja mais capacitado para resolver os problemas e, no futuro, conseguir, pelo menos potencialmente, resolver problemas semelhantes. Entretanto, os seus recursos intelectuais terão sido ampliados, graças a interiorização dos conteúdos e processos de controlo que o professor lhes proporcionou durante o tempo que durou a interacção comunicacional entre ambos (Neto, 1998).

Por último, pode ainda retirar-se a ilação de que, no ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, a principal dificuldade dos alunos é saberem onde e como procurar a informação pertinente para a resolução dos problemas e, após acederem a ela, como usá-la adequadamente na sua resolução (Neto, 1998 e Lambros, 2004). Em relação à professora, conclui-se que a principal dificuldade na condução de um ensino deste género poderá residir na dificuldade de associar contextos problemáticos adequados à temática em estudo e na orientação dos debates gerados em torno dos problemas, sendo também de considerar imponderáveis emergentes da dinâmica indubitavelmente associada ao formato de um ensino e aprendizagem deste cariz.

### ***5.3 - Implicações do estudo***

Os resultados obtidos nesta investigação poderão ter implicações para a Educação, em geral, e para a Educação em Ciência, em particular. A nosso ver, poder-se-ão salientar algumas que poderão ser agrupadas em quatro níveis:

#### ***- Implicações a nível da sala de aula***

Os resultados deste trabalho indiciam, como se referiu no ponto precedente, que os alunos encontram uma maior motivação para a aprendizagem dos conteúdos das disciplinas de Física e de Química, quando lhes é concedida a oportunidade de nela participarem activamente.

Por essa razão, sugere-se a redefinição do modo como se organiza a sala de aula (Duch, 1996 e Butler, 1999). Considera-se ser premente que a sala de aula deixe de ser um espaço físico inflexível, de características estereotipadas, onde o professor e alunos, durante o tempo lectivo respeitante à aula, se situam. Com efeito, para que a Física e a Química possam ser encaradas pelos alunos como uma actividade Humana e não como uma Ciência acessível só a uns tantos privilegiados, é necessário que se revejam as características que habitualmente se associam à sala de aula. Assim, dado que o ensino e aprendizagem da Física e da Química, como actividades humanas que são, dependem, na aula, de encontros entre pessoas – o aluno e professor, alunos e alunos, alunos e técnicos de determinadas áreas, alunos e cientistas –, de contactos com certas entidades e organismos públicos, de pesquisas e consultas de informação em várias fontes, aquela deve ser um espaço aberto que permita o estabelecimento destes intercâmbios.

***- Implicações a nível das metodologias a implementar no ensino da Física e da Química***

A ênfase que os professores atribuem com frequência à metodologia não pode descurar, quanto a nós o facto de que o ensino só tem mérito quando redunde em aprendizagem (Solaz-Portolés e Sanjosé López, 2008). Quando os professores se lamentam da falta de tempo para leccionar um determinado programa curricular, talvez não reconheçam que é a aprendizagem e não o ensino que consome o tempo, por conseguinte, qualquer metodologia a implementar a nível da sala de aula deve focar a sua atenção na aprendizagem do aluno e nenhum método de ensino, por lógico e claro que se apresente, pode ser considerado meritório se não promover essencialmente a aprendizagem. Convém ainda discernir o tipo de aprendizagem que se deve desejar. Os conteúdos de Física e de Química leccionados constituem, sem dúvida, uma parte importante na educação dos alunos, contudo, não se deve encarar a sua aquisição como objectivo fundamental do ensino. A finalidade última do ensino é conseguida quando os conteúdos enumerados no programa da disciplina se associam a uma mudança de atitude e de estilo de pensamento, capaz de alterar a visão que se tem do mundo contemporâneo. A este respeito, vários autores (Chin, 2001 e Chin e Chia, 2004) referem que a abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas permite aos alunos obter uma visão mais alargada dos conteúdos programáticos, não compartimentando o conhecimento

mas obrigando-os a fazer associações de ideias, de forma a aplicarem-no a diferentes situações mais ou menos complexas e multidisciplinares, o que talvez se viessem a traduzir numa melhoria das classificações dos alunos nos exames nacionais de Ciências no 11º ano. A esse propósito, os resultados deste estudo parecem indiciar uma mudança de atitude e de estilo de pensamento dos alunos, particularmente no que diz respeito ao modo como abordam situações problemáticas. Com efeito, para que as disciplinas de Ciências sejam motivadoras para os alunos e lhes permitam desenvolver competências investigativas, é necessário que eles aprendam a questionar o mundo que os rodeia e que, além disso, sejam capazes, autonomamente, de procurar as respostas às questões que colocam quer através de pesquisa e consulta de informação em várias fontes (Lambros, 2004), quer através da realização de actividades laboratoriais (Chin, 2001). Ora, tal facto parece ficar a dever-se à abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Resulta daí, ser imperativo rever o tipo de abordagem que habitualmente se preconiza nas escolas portuguesas, particularmente aquela de tipo tradicional, que usa o manual escolar (também ele assenta numa perspectiva tradicional) como elemento principal da aprendizagem dos alunos. De acordo com diversos autores (Barrows e Tamblyn, 1980; West, 1992; Duch, 1996; Boud e Feletti, 1997; Neto, 1998; Chang e Barufaldi, 1999 e Lambros, 2004), este último tipo de ensino deve ser substituído por uma linha de actuação dirigida para provocar mudanças de atitude, de valores, de concepções e de actuações pessoais e sociais, que permitam aos alunos fazer frente aos problemas gerados todos os dias no seio das sociedades actuais.

#### ***- Implicações a nível da formação de professores***

No que respeita à formação de professores, dada a manifesta insuficiência do ensino “tradicional”, do tipo transmissivo, para promover nos alunos a mudança de atitudes e o desenvolvimento de competências fundamentais na resolução de problemas, parece importante sensibilizar os professores para a necessidade de avaliarem as práticas pedagógicas que preconizam e as contrastarem com abordagens de ensino mais flexíveis, que retirem o aluno da habitual posição de receptáculo dos conhecimentos disponibilizados pelo professor (Chang e Barufaldi, 1999 e Roldão, 2003). Para conseguir essa sensibilização, será preciso promover a alteração da perspectiva que o professor tem em relação a este tipo de ensino, sendo, pois urgente facultar formação aos professores para

que a abordagem de ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, seja familiar, uma vez que este exige uma mudança de papéis que pode ser difícil de aceitar e de interpretar pelos professores. Efectivamente, neste caso, o docente terá de adoptar, perante os alunos, uma atitude de que ele não é aquele que, na sala de aula, sabe tudo, mas, deverá antes, actuar como alguém capaz de orientar os seus alunos na aprendizagem, permitindo-lhes ser os construtores do seu próprio conhecimento (Zeegers, 2003). Para isso, o professor terá de, desde logo, permitir aos alunos a possibilidade de estes questionarem e/ou procurarem estratégias e métodos de ensino que os levem a questionar, e depois terá de lhes dar oportunidade de encontrarem respostas para essas questões.

De facto, trazer a lume os resultados de estudos desta natureza, pretende modestamente despertar-se o interesse por um tipo de abordagem de ensino e aprendizagem, propiciar-se a reflexão, e promoverem-se atitudes de revalorização e revisão das práticas pedagógicas perfilhadas (Neto, 1998; Leite e Esteves, 2005 e Barell, 2007).

Por outro lado, saber o que os alunos pensam de uma determinada abordagem de ensino e aprendizagem, como reagem a ela e quais as suas vantagens e desvantagens pedagógicas é, na realidade, fundamental para o professor orientar a sua actividade na direcção mais correcta. Além disso, e dado que o ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas requer uma profunda alteração no papel do professor, é importante que a este seja proporcionada a formação capaz de o iniciar neste tipo de ensino e aprendizagem.

#### ***- Implicações a nível do programa de Física e de Química***

Finalmente, no Ensino Secundário, na disciplina de Física e Química A, o programa alerta para o facto de esta disciplina ser encarada como uma via para o desenvolvimento dos alunos, privilegiando o conhecimento em acção, capaz de promover uma compreensão do mundo na sua globalidade (DES, 2001 e DES, 2004). Para isso, o programa remete para a escolha de situações-problema relacionadas com o dia-a-dia, que sejam familiares aos alunos e a partir das quais se devem organizar estratégias de ensino e de aprendizagem que reflectam a necessidade de esclarecer conteúdos e processos das Ciências e da Tecnologia, bem como das suas inter-relações com a sociedade, a fim de lhes proporcionar o desenvolvimento de atitudes e valores. Indirectamente, são referidos incentivos a que se

criem contextos problemáticos que levem os alunos a questionar diversos assuntos. No entanto, estes incentivos são insuficientes para garantir um ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, o qual deveria ser mais assumidamente explicitado, mesmo ao nível das orientações programáticas.

#### ***5.4 - Limitações do estudo***

Nas limitações a este estudo há a considerar limitações decorrentes quer do tempo disponível quer dos próprios instrumentos utilizados, assim como limitações emergentes de dificuldades sentidas na implementação de um estudo desta natureza face à própria estrutura organizativa do currículo e da escola. Por uma questão de ordenação poderão ser agrupadas em limitações temporais, limitações decorrentes da dimensão da amostra, limitações emergentes dos instrumentos utilizados e outras limitações.

##### **▪ Limitações temporais**

Pelo facto da segunda fase deste estudo ter sido implementada no 3º período lectivo, não houve tempo para desenvolver todos os conteúdos da unidade de Química “Da Atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra” numa perspectiva de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas como a professora investigadora-autora considera que deveria ser desenvolvida. O programa do 11º ano de escolaridade é muito extenso e ambicioso, pelo que foi preocupação da professora investigadora-autora cumpri-lo em período útil e proporcionar aos alunos tempo para esclarecer as suas dúvidas. É de referir que duas semanas após terminar a implementação da estratégia, decorreu o exame nacional da disciplina de Física e Química A.

Por outro lado, o intervalo de tempo existente não permitiu aferir com rigor as aprendizagens realizadas através da abordagem de ensino e aprendizagem em causa.

De facto, e como chama a atenção Neto (1998), os alunos necessitam de tempo para reflectir, para ter sucesso, tempo para desenvolver atitudes, capacidades e hábitos de pensar. Também, segundo Lopes (1994), os efeitos a longo prazo só são apreciáveis passados anos. Assim, a professora investigadora-autora optou por não aplicar o pós-teste de conhecimentos de Química. No entanto, questões semelhantes foram testadas num teste de avaliação sumativo. Note-se que a aplicação dos testes de conhecimentos em períodos

diferentes (Física-1º período e Química-3º período) teve com certeza resultados diferentes se ponderarmos as variáveis do contexto em causa:

- grau de empenhamento diferente por parte dos alunos, uma vez que no 3º período estão com toda a atenção e motivação direccionada para o exame nacional;
- intervenção mais frequente por parte da professora investigadora-autora na segunda fase da aplicação da abordagem de ensino e aprendizagem, por solicitação dos alunos que denotam falta de concentração no trabalho a realizar.

Afirmações proferidas pelos alunos parecem confirmar o referido: *“Em vez de estarmos a fazer isto que não conta para nota, a professora podia-nos deixar estudar para Matemática, vamos ter teste.”* Note-se, a este propósito, e segundo Neto (1998), que a única forma de assegurar um comprometimento razoável dos alunos com os instrumentos de medição, garantindo assim uma maior fiabilidade das medidas com eles obtidas, é dizer-lhes que estes são para avaliação sumativa. Todavia, embora se tivesse consciência do risco que se assumia ao não considerar para a avaliação sumativa os testes de conhecimento e de aferição aplicados na primeira fase deste estudo, manteve-se o formato nesta fase. Já na segunda fase deste estudo, os testes foram contabilizados na avaliação sumativa dos alunos.

Também em relação aos testes de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas, houve limitações temporais, não sendo aplicado o pré e o pós-teste de aferição à semelhança da 1ª fase deste estudo.

Os alunos trabalharam em temas diversos (Anexos: VIII, IX e X) e realizaram algumas pesquisas extra-aula, sem a observação directa da professora (investigadora-autora). No entanto, houve o cuidado de verificar o procedimento de realização utilizado por eles.

Dado a alteração da estratégia implementada pela professora (investigadora-autora) nesta 2ª fase do estudo, o trabalho efectuado, foi comparar os resultados obtidos no pós-teste da 1ª fase do estudo com os resultados dos trabalhos (em cima referidos) da 2ª fase do estudo.

Acresce, ainda, que o pouco tempo de intervenção com 24 aulas na primeira fase do estudo e 10 aulas na segunda fase não permitiu prever resultados quanto a um aspecto que se reveste de extrema importância no âmbito de um ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: o da transferência de capacidades para contextos diferentes dos utilizados no decurso da investigação. Resulta também daí, segundo

Lambros (2002; 2004), não poderemos esperar um alto nível de desenvolvimento de capacidades dos alunos. Na opinião deste autor, tal não é possível em tão pouco tempo como algumas semanas de um ano escolar.

Por último, não houve tempo para que, após a implementação da abordagem de ensino e aprendizagem, se pudesse reflectir com todos os alunos acerca das vantagens e desvantagens de um ensino orientado daquela forma. Não se pôde, portanto, aferir a opinião dos alunos no que diz respeito à forma como modificaram o seu modo de lidar com situações problemáticas. Contudo, no sentido de tentar obviar esta dificuldade, aplicou-se um questionário escrito individual na primeira fase, que possibilitou auscultar a opinião dos alunos naquela matéria. Na segunda fase deste estudo, realizou-se uma entrevista a um grupo de alunos da turma, após terem terminado as aulas e estes terem já realizado o exame nacional da disciplina.

▪ **Limitações decorrentes da dimensão da amostra**

Dado o pequeno tamanho da amostra, não há garantias de que os resultados obtidos sejam generalizáveis.

▪ **Limitações emergentes dos instrumentos utilizados**

Dada a necessidade de avaliar as potencialidades da abordagem de ensino implementada, a partir da sua influência na evolução dos conceitos adquiridos pelos alunos e na promoção da aprendizagem, foi elaborado para a primeira fase deste estudo um teste de 11 Questões, as quais contemplavam os conteúdos centrais da unidade leccionada “Movimentos na Terra e no Espaço”. A grande extensão deste teste de conhecimentos, obrigou a que a professora investigadora-autora tivesse de dar mais tempo para a sua realização, mais do que os 90 minutos previstos, de modo a facilitar que a sua resolução fosse mais cuidada.

Ainda para esta fase, foi também construído um teste de aferição do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas abertas. Este teste teve como objectivo aferir acerca da capacidade dos alunos para lidarem com situações problemáticas e tomarem decisões no seio de contextos problemáticos gerados em estreita ligação com o quotidiano. Também neste teste surgiram dificuldades, na medida em que a grande maioria dos alunos não percebeu o objectivo do teste e houve necessidade de uma explicação oral



paralela. Por outro lado, o facto de se ter utilizado uma única questão-problema para procurar aferir do desempenho dos alunos na resolução de situações problemáticas abertas, acarretou também limitações no tipo de conclusões que serão consideradas no capítulo 5. Com efeito, não se poderão tirar conclusões quanto à transferibilidade das aprendizagens alcançadas pelos alunos, no contexto usado na situação-problema que se criou no teste de aferição, para outros contextos de cariz diferente. De facto, segundo Lambros (2002; 2004), o contexto usado é percepcionado de maneira diferente pelos alunos, podendo, portanto, originar-se dificuldades para alguns alunos se só se usar apenas um contexto. A diversidade de contextos gera mais facilmente conceptualizações, uma vez que conhecimentos conceptuais, procedimentais e atitudinais usados em diferentes contextos começam a desprender-se desses mesmos contextos. Além disso, existem alunos que são mais eficientes num contexto académico e abstracto que num contexto real e vice-versa (Taboada, 2003). Por outro lado, o facto de os alunos descreverem um plano com vista à consecução do(s) problema(s) identificados na situação problemática criada no teste de aferição, onde se identificam algumas das categorias consideradas, não significa que na prática o consigam executar. Seria, pois, necessário observar a mobilização dos alunos na resolução do(s) problema(s) e avaliar o modo como colocavam em prática as propostas de resolução delineadas para consolidar a relação existente entre o conhecimento declarativo e o conhecimento efectivo. Neste sentido, na segunda fase, foram criadas várias situações problemáticas abertas com temas do programa do 11º ano de escolaridade, que os alunos foram convidados a investigar.

Estas situações criadas, tornaram-se muito úteis quer como instrumentos de investigação quer na orientação da abordagem de ensino e aprendizagem implementada, pois permitiu aferir quanto à transferibilidade das aprendizagens alcançadas pelos alunos, da 1ª fase para a 2ª fase, nos vários contextos de cariz diferente.



#### ▪ Outras limitações

Há a considerar, ainda, limitações decorrentes:

- Do facto de os alunos não disporem de muito tempo extra-aula para aprofundarem as pesquisas efectuadas para resolver os problemas;
- Do compromisso de respeitar o programa;
- Do ano de escolaridade com exame nacional;
- Das dificuldades sentidas pela professora investigadora-autora na implementação deste tipo de abordagem de ensino e aprendizagem;
- Da escassez de estudos de referência aplicado ao Ensino Secundário (na literatura encontram-se poucos estudos no âmbito do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas neste ano de escolaridade. Esta dissertação representa, por isso, uma incursão quase isolada numa área não muito explorada no Ensino Secundário aplicado ao curso de Ciências e Tecnologias).

### ***5.5 - Sugestões para futuras investigações***

Tendo em conta os resultados obtidos, bem como as limitações deste estudo, apresentam-se, de seguida, algumas sugestões para futuras investigações, essencialmente no âmbito:

#### ***1. Da realização de outros estudos idênticos***

Dado que este estudo foi efectuado com uma amostra constituída com um número reduzido de alunos (28 alunos), propõe-se a realização de um estudo mais abrangente, que englobe uma amostra representativa de alunos do 11º ano de escolaridade, de modo a que se possam, mais seguramente, rever ou generalizar os resultados.

Por um lado, poder-se-á aprofundar a investigação desenvolvida neste estudo, variando quer os contextos problemáticos (1ª fase do estudo), quer as diferentes temáticas que possam incidir. Por outro lado, poder-se-ia implementar o estudo ao longo de vários anos, seguindo os mesmos alunos, de modo a analisar a evolução da capacidade destes para a resolução de problemas em várias áreas temáticas.

## ***2. Do aperfeiçoamento dos instrumentos utilizados***

Considera-se ser possível aperfeiçoar e desenvolver os instrumentos utilizados neste estudo, nomeadamente as notas de campo e os diários de aula, e eventualmente incluir outros. O próprio teste de aferição do desempenho na resolução de situações problemáticas abertas poderá ser aperfeiçoado, passando a incluir diferentes tipos de contextos problemáticos (1ª fase do estudo) para perceber melhor como os alunos reagem ao tipo de contexto e à quantidade de informação que ele veicula. Esta informação seria útil para elaborar instrumentos de recolha de dados mais eficazes, permitindo comparar a reacção dos alunos a diversos tipos de contextos problemáticos, o que se reveste da maior importância num ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

## ***3. Análise do percurso futuro dos alunos***

Considera-se pertinente, após a implementação do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, testar a sua eficácia, avaliando os efeitos desta abordagem de ensino em termos do percurso escolar dos alunos (12º ano), nomeadamente a nível das atitudes destes face, ao Ensino das Ciências em geral, e ao ensino da Física e da Química em particular.

## ***4. Gestão de todo o processo de resolução dos problemas***

Outra direcção de investigação importante é a forma como se realiza a gestão dos diferentes aspectos: grupos de trabalho, tempos disponibilizados, tarefas realizadas, debates efectuados, sessões de apresentação dos resultados, registo de ideias e resultados e da disciplina de trabalho.

## ***5. Formação de professores***

Ao nível da formação contínua, propõe-se a organização de acções de formação sobre o ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e a subsequente avaliação do seu efeito nas práticas lectivas dos professores.

## **6. *Multidisciplinaridade***

Aconselha-se, ainda a possível aplicação da abordagem de ensino orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas a áreas curriculares não disciplinares, como, por exemplo, a Estudo Acompanhado, ao nível do Ensino Básico ou/e Área de Projecto, ao nível do Ensino Básico e Secundário. Com efeito, quer pelos seus objectivos, quer por serem áreas de natureza interdisciplinar, estas são não só adequadas, como facilitam o desenvolvimento do ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.

## ***Comentário final***

Este estudo de investigação pretendeu aprofundar alguns aspectos directamente associados à abordagem de ensino e Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, tentando chegar a respostas concretas, mas, dadas as limitações já citadas e as recomendações referidas, muito trabalho há ainda a realizar, o que abre diversas perspectivas de investigação e acção didáctica. Contudo, esperamos que esta dissertação possa contribuir para que a aprendizagem da Física e da Química se processe de uma forma mais motivante e que, dessa forma, seja possível a cada aluno compreender que o ponto de partida para a aprendizagem consiste em questionar, pensar e agir sobre o mundo que o rodeia e não em fazer cálculos mecânicos com fórmulas apresentadas num manual escolar. Aliás Einstein afirma que nenhum cientista pensa em fórmulas (Neto, 1998). Pois, assim como referem Marbach-Ad e Sokolove (2000, p.867), “a boa Ciência começa com boas questões”!

---

---

## *Referências Bibliográficas*

## A

Aikenhead, G.S. (2009). *Educação Científica para Todos*. Edições Pedagógicas

## B

- Barell, J. (2007). *Problem-based learning: na inquiry approach*. Corwin Press: Thousand Oaks.
- Bardin, L. (2007). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, LDA.
- Barreira, A. e Moreira, M. (2004). *Pedagogia das competências, da Teoria à Prática*. Porto: Edições ASA
- Barrows, H. e Tamblyn, R. (1980). *Problem-based learning: An approach to Medical Education*. Nova Iorque: Springer.
- Barneto, A. e Arias, V. (1993). Evolución del conocimiento físico. *Enseñanza de las ciencias*, 11 (2), 115-124.
- Bell, J. (2004). *Como realizar um projecto de investigação: um guia para a pesquisa em Ciências Sociais e da Educação* (3ª edição). Coleção Trajectos. Lisboa: Gradiva.
- Bond, D. (1985). Problem-based learning in perspective. In Bond, D. (ed). *Problem-Based Learning in Education for the Professions*. Sidney: Higher Education Research and Development Society of Australia, 79-88.
- Boud, D. e Feletti, G. (1991). *The challenge of problem-based learning in education for the professions*. Sydney, Australia: Herdsa.
- Boud, D. e Feletti, G. (1997). Changing problem-based learning. In Boud, D. e Feletti, G. (Eds). *The challenge of problem-based-learning*, Londres: Kogan Page, 1-14.
- Brasell, H. (1987). The affect of real-time laboratory graphing on learning graphic representations of distance and velocity. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(4), 385-395.
- Bueno, P. (2006). Avances hacia el aprendizaje autónomo en la emplementacion del aprendizaje basado en un curso de Química General. In *Actas do congresso internacional PBL2006ABRP*. Lima(Peru): Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Butler, S. (1999). Catalysing student autonomy through action research in a problem centred learning environment. *Research in Science Education*, 29(1), 127-140.

## C

- Cachapuz, A. e Martins, I. (1991). Formação em Química dos professores e Ensino para a Mudança Conceptual. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 46 (II), 13-18.
- Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Temas de investigação 26. Ministério de Educação.

- Camill, P. (2000). Using Journal articles in na environmental biology course. *Journal of College Science Teaching*, 30 (1), 38-42.
- Caldas, H. e Saltiel, E. (2001). Uma metodologia de análise de textos escolares: um exemplo com conteúdos de Física. *Revista Portuguesa de Educação*, 14 (1), 215-237.
- Caplan, S. (1990). Using focus methodology for ergonomic design. *Ergonomics*, 33 (5), 527
- Carmo, H. e Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação: Guia para Auto-Aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Carter, T. (1999). Focusing on learning. *The Science Teacher*, Outubro, 44-47.
- Chang, C. e Barufaldi, J. (1999). The use of a problem-based instructional model in initiating change in students' achievement and alternative frameworks. *International Journal of Science Teaching*, 21 (4), 373-388.
- Chin, C. (2001). Learning in science: what do students' questions tell us about their thinking? *Education Journal*, 29 (2), 85-103.
- Chin, C. e Chia, L. (2004). Problem-based learning: using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88 (5), 707-727.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 66-71.
- Correia, E. e Pardal, L. (1995). *Métodos e Técnicas de Investigação Social*. Porto: Areal Editores.
- Corrêa, C. Almeida, N. e Bastos, F. (2008). *Química no Mundo Real*. Porto: Porto Editora.
- Costa, J. et al. (2000). An analysis of question asking on scientific texts explaining natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 602-614.
- Cruz, M. (1989). Desenvolvimento das capacidades metacognitivas e resolução de problemas. *Gazeta de Física*, 11 (2), 51-55.
- Cruz, M. e Valente, M. (1993). Estratégias metacognitivas e Resolução de Problemas: Um estudo com alunos do 10º ano de Física e Química. *Revista de Educação*, III (I), 87-103.

## D

- Dam, G. e Volman, M. (2004). Critical thinking as a citizenship competence: teaching strategies. *Learning and Instruction*, 14, 359-379.
- DEB (2001a). *Currículo nacional do ensino básico – competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação, DEB. Consultado na Internet a 10 de Setembro de 2007 em, <http://www.dgidec.minedu.pt/fichdown/livrocompetencias/LivroCompetenciasEssenciais.pdf>.
- DEB (2001b). *Ensino básico – Ciências Físicas e Naturais – orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, DEB. Consultado na

Internet a 10 de Setembro de 2007 em, [http://www.dgidec.minedu.pt/fichdown/programas/ciencias\\_fisicas\\_naturais.pdf](http://www.dgidec.minedu.pt/fichdown/programas/ciencias_fisicas_naturais.pdf).

- Decreto-Lei nº 6/2001 de 18 de Janeiro (*Organização Curricular do Ensino Básico*). Consultado na Internet a 10 de Setembro de 2007 em, [http://www.dgidec.minedu.pt/programs/prog\\_hom/fisica\\_quimica\\_a\\_10\\_homol\\_nova\\_ver.pdf](http://www.dgidec.minedu.pt/programs/prog_hom/fisica_quimica_a_10_homol_nova_ver.pdf).
- Deslie, R. (2000). *Como realizar a aprendizagem baseada em problemas*. Edições ASA, S.A.
- DES (2001). *Programa de Física e Química 10º ou 11º anos Cursos científico-humanísticos de ciências e tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação, DES. Consultado na Internet a 10 de Setembro de 2007 em, [http://www.dgidec.minedu.pt/programs/prog\\_hom/fisica\\_quimica\\_a\\_10\\_homol\\_nova\\_ver.pdf](http://www.dgidec.minedu.pt/programs/prog_hom/fisica_quimica_a_10_homol_nova_ver.pdf).
- DES (2004). *Programa de Química 12º ano. Curso científico-humanístico de ciências e tecnologias*. Lisboa: Ministério da Educação, DES. Consultado na Internet a 10 de Setembro de 2007 em, [http://www.dgidec.min-edu.pt/programs/prog\\_hom/quimica\\_12\\_homol.pdf](http://www.dgidec.min-edu.pt/programs/prog_hom/quimica_12_homol.pdf).
- Díaz, M. (2002). Enseñanza de las ciencias' Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2).
- Díaz, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 1-16. Consultado na Internet a 15 de Fevereiro de 2007, em [http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero1\\_1/educa\\_cient\\_ciudadania.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero1_1/educa_cient_ciudadania.pdf)
- Driver, R. (1981). Pupils' Alternative Frameworks in Science. *European Journal of Science Education*, 3(1), 93-101.
- Duch, B. (1996). Problem-based learning in Physics. *Journal of College Science Teaching*, Março/Abril, 326-329.
- Duch, B. (2001) Writing problems for deeper understanding. In Duch, B. et al. (Eds). *The power of problem-based learning: a practical "how to" for teaching undergraduate courses in any discipline*. Virginia: Stylus Publishing.

## E

- Engel, C. (1997). Not just a method but a way of learning. In Boud, D. e Feletti, G. (Eds). *The challenge of problem-based-learning*, Londres: Kogan Page, 17-25.
- Esteves, E. (2006). O ensino da Física e da Química através da aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo com futuros professores sobre concepções e viabilidade. In *Actas do Congresso Internacional PBL2006ABRP*. Lima (Perú): Pontificia Universidad Católica del Perú.

## F

- Fiolhais, C., Fiolhais, M. e Ventura, G. (2008). *11 F – Física e Química A*. Lisboa: Texto Editores.
- Fragoso, A. (2000). Avaliação de Projectos Sociais: O caso do projecto “Entre-mães”. *Revista de Educação*, IX (2), 59.

## G

- Galvão, C. (2002). O ensino das Ciências Físicas e Naturais no contexto da reorganização curricular. *Boletim da APPBG*, 17, 7-15.
- Gall, M. e Borg, W. (2003). *Educational research: na introduction*. Nova Iorque: Longman.
- Gil Perez, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofia de las ciencias al desarrollo de un método de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. 11(2), 197-212.
- Gunstone, R. e Watts, M. (1985). Force and motion. In Driver, R., Guesne, E. e Tiberghien, A. (Eds). *Children's ideas in science*, Philadelphia: Open University Press, 85-104.

## H

- Hmelo-Silver, C. (2004) Problem-Based Learning: What and how do students learn? In *Educational Psychology Review*, 16 (3), 235-266. Consultado na Internet a 5 de Janeiro de 2008, em [http:// thorndike.tc.columbia.edu/~david/MTSU4083/Readings/Problem-%20and%20Case-based%20ID/hmelo.pdf](http://thorndike.tc.columbia.edu/~david/MTSU4083/Readings/Problem-%20and%20Case-based%20ID/hmelo.pdf).
- Hennessy, S. (1993). Situated cognition and cognitive apprenticeship: Implications for classroom learning. *Studies in Science Education*, 22, 1-41.
- Hodson, D. e Hodson, J. (1998). From constructivism to social constructivism: a Vygotskian perspective on teaching and learning science. *School Science Review*, 79 (289), 33-41.
- Huberman, A. e Miles, M. (1991). *Analyse des données qualitatives*. Bruxelas: Boeck-Wesmael.

## K

- Kind, L. (2004). *Psicologia em Revista*. Belo Horizonte, 10 (15), 124-136.
- Kuhn, T. (1970). *The structure of scientific revolutions* (2.<sup>a</sup> ed.). Chicago University Press.



## L

- Lambros, A. (2002). *Problem-based learning in K-8 classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Lambros, A. (2004). *Problem-based learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Leite, L. (1993). *Concepções Alternativas em Mecânica: contributos Para a Compreensão do seu Conteúdo e Persistência*. Tese de Doutoramento. Universidade do Minho.
- Leite, L. e Afonso, A. (2001) Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão. *Boletín das Ciencias*, 48, 253-260.
- Leite, L. e Esteves, E. (2005). Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química. In Silva, B. e Almeida, L. (Eds.). *Actas do Congresso Galaico-Português de Psico-Pedagogia* (CD-Rom). Braga: Universidade do Minho. Consultado na Internet a 16 de Abril de 2007, em <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/5537/1/Laurinda%20e%20Esmeralda%20GALAICO.PDF>
- Leite, L. e Esteves, E. (2006). Trabalho em grupo e aprendizagem baseada na resolução de problemas: Um estudo com futuros professores de Física e Química. In *Actas do Congresso Internacional PBL2006ABRP* (CD-Rom). Lima (Perú): Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Lopes, B. (1994). *Resolução de Problemas em Física e Química. Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem*. Lisboa: Texto Editora.
- Lopes, B. (2004). *Aprender a Ensinar Física*. Fundação Calouste Gulbenkian. Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

## M

- Magalhães, J. (2008). *Elementos de Química A 11.º ano*. Lisboa: Santillana Editora
- Magalhães, J. e Lemos, A. (2008). *Elementos de Química A 11.º ano Livro do Professor*. Lisboa: Santillana Editora
- Marbach-Ad, G. e Sokolove, P. (2000). Can undergraduate biology students learn to ask higher level questions? *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (8), 854-870.
- Malcolm, C. (1989). Trends in school science curriculum and their implications for teacher education. In Department of Education, Employment and Training (Ed). *Discipline Review of Teacher Education in Mathematics and Science*. Camberra: Australian Government Printing Service, 3, 210-229.
- Maloney, D. (1990). Forces as interactions. *The Physics Teacher*, 28(6), 386-390.

- Margetson, D. (1997). Why is a problem-based learning a challenge? In Boud, D. e Feletti, G. (Eds). *The challenge of problem-based-learning*, Londres: Kogan Page, 36-44.
- Martins, I. *et al.* (2005). Educação em Química e ensino de Química perspectivas curriculares – Parte II. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 96, 33-37.
- Membiela, P. (2002). Las temáticas transversales en la alfabetización científica. *Alambique*, 32, 17-23.
- Millar, R. e Osborne, J. (1998). Beyond 2000: Science education for the future. King's College London. Consultado na Internet a 11 de Setembro de 2008 em <http://www.kcl.ac.uk/content/1/c6/01/32/03/b2000.pdf>
- Milner, B. (1986). Why teach science and why to all? In Nellist, J. e Nicholl, B. (Eds). *The ASE science teacher's handbook*. Herts: Association for Science Education.
- Ministério da Educação (2007), *Comparação de Resultados dos Exames Nacionais do Ensino Secundário de 1997 a 2007*.
- Ministério da Educação – Gabinete de Avaliação Educacional (2001), *Resultados do Estudo Internacional PISA 2000*. Programme for International Student Assessment. Primeiro relatório nacional.
- Ministério da Educação – Gabinete de Avaliação Educacional (2002), *Conceitos Fundamentais em Jogo na Avaliação de Literacia Matemática e Competências dos Alunos Portugueses PISA 2000*
- Ministério da Educação - Gabinete de Avaliação Educacional (2004), *Resultados do Estudo Internacional – Conceitos Fundamentais em Jogo na Avaliação de Resolução de Problemas PISA 2003*
- Ministério da Educação - Gabinete de Avaliação Educacional (2006), *Competências Científicas dos alunos Portugueses*.
- Ministério da Educação/Ministério da Segurança Social e do Trabalho (2004), *Eu não Desisto – Plano Nacional de Prevenção do Abandono Escolar*.
- Moreira, J. (2004). *Questionários: teoria e prática*. Coimbra: Livraria Almedina.

## N

- Neto, A. (1998). *Resolução de Problemas em Física*. Lisboa: IIE
- Neto, A. (2007). *Didáctica das Ciências Físico-Químicas*. Relatório de disciplina a que se refere a alínea a) do n.º do art.º 9.º do Decreto-Lei n.º 301/72, de 14 de Agosto. Universidade de Évora.
- Neufeld, V. e Barrows, H. (1974). The McMaster philosophy: an approach to medical education. *Journal of Medical Education*, 49, 1040-1050.

- Novais, A. e Cruz, N. (1989). O ensino das ciências, o desenvolvimento das capacidades metacognitivas e a Resolução de Problemas. *Revista de Educação*, 1(3), 65-75.

## O

- Osborne, J., e Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. King's College London: The Nuffiel Foundation.

## P

- Pacheco, J. (1995). *A Avaliação dos Alunos na Perspectiva da Reforma. Propostas de Trabalho*. Porto: Porto Editora.
- Pacheco, J. (1996). *O pensamento e a acção do professor*. Porto: Porto Editora.
- Pacheco, J. (2001). Competências curriculares: as práticas ocultas nos discursos das reformas. Comunicação apresentada na Reunião Anual da ANPED. Disponível em <http://www.anped.org.br/reunioes/24/ts2.doc>, (consultado em 12/06/2008)
- Palma, C. e Leite, L. (2006). Formulação de questões, educação em ciências e aprendizagem baseada na resolução de problemas: Um estudo com alunos portugueses do 8º ano de escolaridade. In *actas do Congresso Internacional PBL2006ABRP* (CD-Rom). Lima (Peru): Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Pedrosa de Jesus, M. et al. (2004). Teaching for quality learning in Chemistry. *International Journal of Science Education*, 27 (9), 1123-1137.
- Perales, J. (2000). *Resolución de Problemas*. Madrid: Sintesis Educación.
- Perrenoud, Ph. (1999). Construir competências é virar as costas aos saberes? In *Pátio Revista Pedagógica* nº 11, 15-19, Porto Alegre: Editora Artmed.

## Q

- Quivy, R.; Champenhoudt, L.V. (1992). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (tradução 1998). Colecção Trajectos. Lisboa: Gradiva.

## R

- Rocha, A. (1999). *Avaliação de Escolas*. Porto: Edições ASA.
- Roldão, M.C. (2003). *Gestão do Currículo e Avaliação de Competências – as questões dos professores*. Lisboa: Editoria Presença.
- Ross, B. (1997). Towards a Framework for problem-based curricula. In Boud, D. e Feletti, G. (Eds). *The challenge of problem-based-learning*, Londres: Kogan Page, 28-35.

## S

- Santos, M. (1994). Formação de professores no domínio de uma alfabetização científica e tecnológica. In *actas do IV Encontro Nacional de Docentes de Ciências da Natureza: “Investigação didáctica e ensino inovador das ciências do 1.º e 2.º ciclos do Ensino Básico”*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Savin-Baden, M. (2000). *Problem-based learning in higher education: untold stories*. Maidenhead: Open University Press.
- Savin-Baden, M. e Wilkie, K. (2006). *Problem-based Learning Online*. Open University Press: Maidenhead.
- Sobrinho, T. e Queirós, A. (2008). *Química em contexto*. Porto: Porto Editora.
- Solaz-Portolés, J.J. e Sanjosé López, V. (2008). Tipos de conhecimento e suas relações com a resolução de problemas em ciências: orientações para a prática. *Revista de Ciências da Educação*, 6, 105-113.

## T

- Taboada, A. (2003). *The association of student questioning with reading comprehension*. Tese de doutoramento (não publicada), Universidade de Maryland.

## V

- Valente, M. e Neto, a. (1992). El ordenador y su contribución a la superación de las dificultades de aprendizaje en mecânica. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), 80-85.
- Vieira, P. (2007). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e Webquests: um estudo com alunos do 8.º ano de escolaridade, na temática “Fontes de energia”*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho. (Documento policopiado).

## W

- Wandersee, J., Mintzes, J. e Novac, J. (1994). Research on alternative conception in science. In D. Gabel (Ed). *International handbook of research in science education*. New York: Mac Millan Publishing Company, 177-210.
- Watts, D. (1982). Gravity – don’t take it for granted! *Physics Education*, 17, 116-121.
- Watts, M. (1991). *The science of problem-solving*. Londres: Cassell Education.
- West, S. (1992). Problem- based learning – a viable addition for secondary school science. *School Science Review*, 73 (265), 47-55.
- Woods, D. (2000). *Problem-based learning: How to gain the most from PBL*. Hamilton: McMaster University, The Bookstore.

Y

- Yun, J., Capucho, R e Escoval, T. (2006). *Problemas de Física e de Química*. Lisboa: Ed. Presença.

Z

- Zeegers, Y. (2003). Pedagogical reasoning about science teaching and learning: insights into teacher practice that encourages students' questions. *In Actas da Annual Conference of European Science Education Research Association's*. Noordwijkerhout, Agosto. Consultado na Internet a 22 de Dezembro de 2007 em <http://www1.phys.uu.nl/esera2003/programme/pdf%5C037S.pdf>.

---

# Anexos

3. A Tabela seguinte contém informações sobre diversas características de dois modelos de automóvel.

Marca, modelo e versão	Cilindrada (cc)	Potência (cv)	Tempo dos 0-100km/h (s)	Consumo (litros por 100 km)
Renault Clio 1.2 RT	1171	60	19.75	6.97
Renault Twingo 1.2 Easy	1239	55	18.28	6.95

Se tivesses que escolher o automóvel com maior poder de aceleração, por qual dos dois modelos optarias? \_\_\_\_\_.

Justifica a tua resposta. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

4. A Figura 1 ilustra um autocarro que se desloca da direita para a esquerda numa estrada rectilínea com uma velocidade de valor constante de 90 km/h.



Fig. 1

Representa na figura a(s) força(s) que actuam no autocarro, e indica a origem de cada uma delas.

\_\_\_\_\_

Justifica a tua resposta. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

5. Quando o Carlos, vendedor de ovos, apareceu na empresa onde trabalhava com várias caixas de ovos incompletas, o seu patrão quis saber o que tinha acontecido. Carlos justificou o ocorrido do seguinte modo:

«Como costume, transportava as caixas de ovos na parte traseira da carrinha. Conduzia a cerca de 70 km/h, quando um cão se atravessou na estrada. Tive que travar bruscamente e, durante a travagem, os ovos saltaram para trás e partiram-se na estrada».

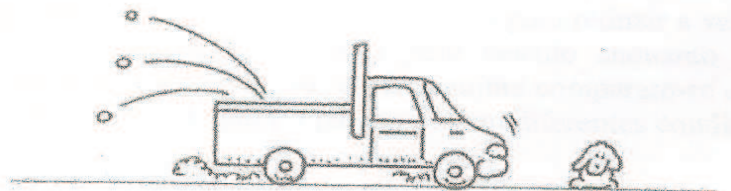


Fig. 2

Achas que a história do Carlos poderia ser verdadeira, isto é, poderiam os ovos ter saltado para trás durante a travagem da carrinha? \_\_\_\_\_.

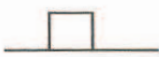
Justifica a tua resposta. \_\_\_\_\_

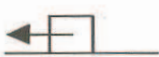
\_\_\_\_\_

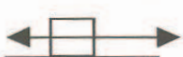
\_\_\_\_\_


Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

6. Deu-se um empurrão num bloco de madeira. Em consequência do empurrão, o bloco de madeira deslocou-se em cima do tampo horizontal de uma mesa (Figura 3), da esquerda para a direita. Na Figura seguinte as setas representam a direcção da(s) força(s) horizontal que actua(m) no bloco de madeira. Selecciona a opção que melhor traduz a situação descrita durante o movimento e justifica a tua escolha.

☐  Nenhuma força.

☐ 

☐ 

☐ 

☐ Outra resposta. \_\_\_\_\_

☐ Não sei.

Fig. 3

Justificação. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_



7. A Figura 4 mostra dois veículos automóveis A e C, de massas 800 kg e 1500 kg respectivamente, que se deslocam em sentidos oposto. Em qualquer um deles, o velocímetro marca o mesmo valor de velocidade quando colidem frontalmente.



Fig. 4

Na colisão verifica-se que (escolhe a opção correcta):

- (A) A intensidade da força exercida pelo veículo A sobre o veículo C é maior que a intensidade da força exercida pelo C sobre o veículo A.
- (B) A intensidade da força exercida pelo veículo A sobre o veículo C é menor que a intensidade da força exercida pelo C sobre o veículo A.
- (C) A intensidade da força exercida pelo veículo A sobre o veículo C é igual que a intensidade da força exercida pelo C sobre o veículo A.
- (D) Outras resposta: \_\_\_\_\_
- (E) Não sei.

Justifica a tua opção. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

8. A Figura 5 representa uma situação do jogo da corda entre um grupo de jovens. A bandeira marca a metade do comprimento da corda. As duas situações seguintes (Figuras 5.1 e 5.2) referem-se também a este jogo.



Fig. 5

8.1. O grupo da direita está a ganhar. O tamanho da seta, de cor “negra” é suposto mostrar a intensidade da força que cada grupo exerce sobre o outro. Qual dos seguintes esquema, melhor representa o que está a acontecer? (assinala com um X).

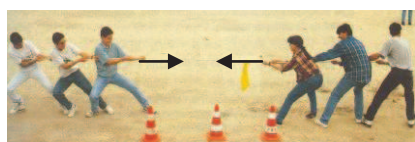
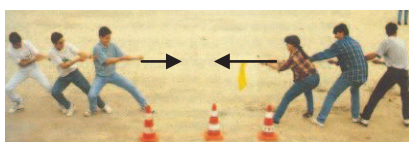
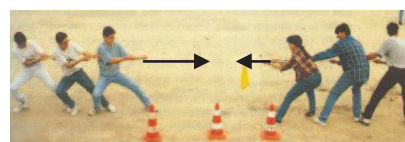

☐

☐

☐

Fig. 5.1

Justifica a tua resposta. \_\_\_\_\_

---



---



---

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

8.2. Agora é o grupo da esquerda que está a ganhar. O tamanho da seta, de cor “negra” continua a mostrar a intensidade da força que cada grupo exerce sobre o outro. Qual dos seguintes esquemas melhor representa o que está a acontecer? (assinala com um X).

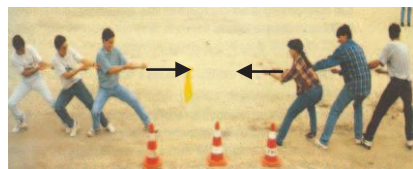
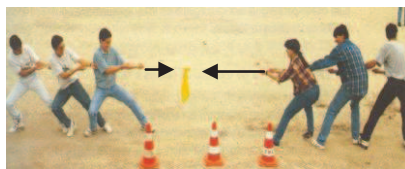
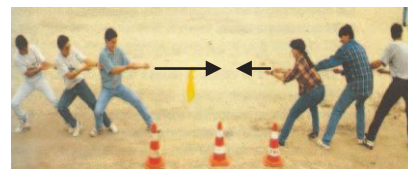

☐

☐

☐

Fig. 5.2

Justifica a tua resposta. \_\_\_\_\_

---



---



---

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_

9. Observa atentamente o gráfico da Figura 6.

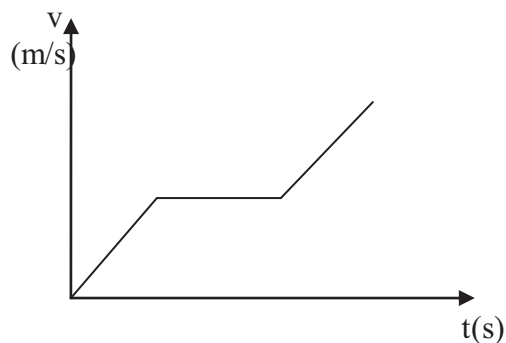


Fig. 6

Das seguintes situações escolhe aquela que melhor pode ser traduzida pelo Gráfico acima representado.

- (A) Um ciclista sobe uma encosta, depois desloca-se ao longo de uma estrada rectilínea e, por fim, volta a subir outra encosta de menor inclinação.
- (B) Um ciclista desloca-se com velocidade constante, depois pára um pouco para descansar e finalmente volta a mover-se com velocidade menor que a anterior.
- (C) Um ciclista desloca-se com velocidade constante, depois pára um pouco para descansar e finalmente volta a mover-se com velocidade maior que a anterior.
- (D) Um ciclista desloca-se com velocidade progressivamente maior, depois passa a mover-se com velocidade constante e finalmente volta a aumentar a velocidade.
- (E) Outra resposta: \_\_\_\_\_.
- (F) Não sei.

Justifica a tua resposta. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

10. A Figura 7 representa uma bola que foi lançada verticalmente para cima até C.

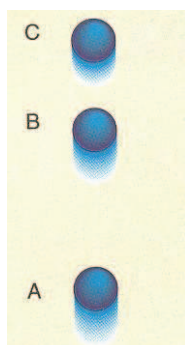


Fig. 7

Representa na figura a(s) força(s) que actua(m) na bola e indica a(s) sua(s) origem(ns). \_\_\_\_\_

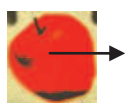
Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

11. Na Figura 8 mostra um astronauta na Lua. Este astronauta larga uma maçã.



Fig. 8

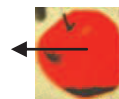
As setas de cor “negra” indicadas nas Figuras seguintes, representam uma possível força a actuar na maçã. Selecciona com um X a opção que melhor traduz a situação descrita e justifica a tua escolha.


☐

☐

Fig. 8.1


☐

☐

☐

Justificação. \_\_\_\_\_

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

Obrigada pela colaboração.  
Prof. Maria Emília Batista



Nome: \_\_\_\_\_ N.º \_\_\_\_\_

## Teste de aferição

Como já te apercebeste, está em curso a construção da nova “Piscina Municipal de Estarreja”, nos terrenos contíguos à nossa escola.

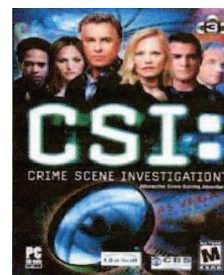
Considera-te na seguinte situação:

Fazes parte da equipa que vai planear e analisar a construção de um escorrega para uma das piscinas. A tua tarefa consiste em investigar,

**“Que medidas se deve ter em conta na construção do escorrega, de modo a garantir condições de segurança, aos futuros utentes”**

Indica como irias proceder, passo a passo, e quais as informações que seria necessário recolheres, para levar a cabo a tua tarefa.

A Professora  
M. Emília Batista



Lê com atenção a seguinte situação:

Grisson e a sua equipa são chamadas ao local onde se encontra um automóvel despistado. Aparentemente o automóvel não fez uma curva da estrada, seguindo em frente, o que o fez cair num precipício, com os dois ocupantes no seu interior. Não passaria de um acidente, não fosse o facto de os ocupantes serem ambos casados mas não um com o outro. Assassinato? Ou teria sido mesmo um acidente?

É, para chegar a um resultado conclusivo, que a equipa de CSI orientada pelo GPS, se dirige ao local para mais uma investigação.

Quando chega ao local a equipa começa imediatamente a recolher informações sobre o que se encontra registado quer na estrada, quer na encosta. Sara Sidle, a física do grupo elabora um esboço do acidente, que se apresenta na página seguinte.

Observa que:

- Não existem marcas na encosta que mostre que o carro desceu a mesma, pelo que se conclui que este fez em voo desde a encosta até ao local de impacto com o chão;
- Os rastros de travagem medem 36 m de comprimento;
- O carro derrubou o protector da via, antes de se precipitar para o vale onde caiu.
- O carro perdeu um líquido viscoso (óleo do motor ou de travões?) que deixou um rasto na via.

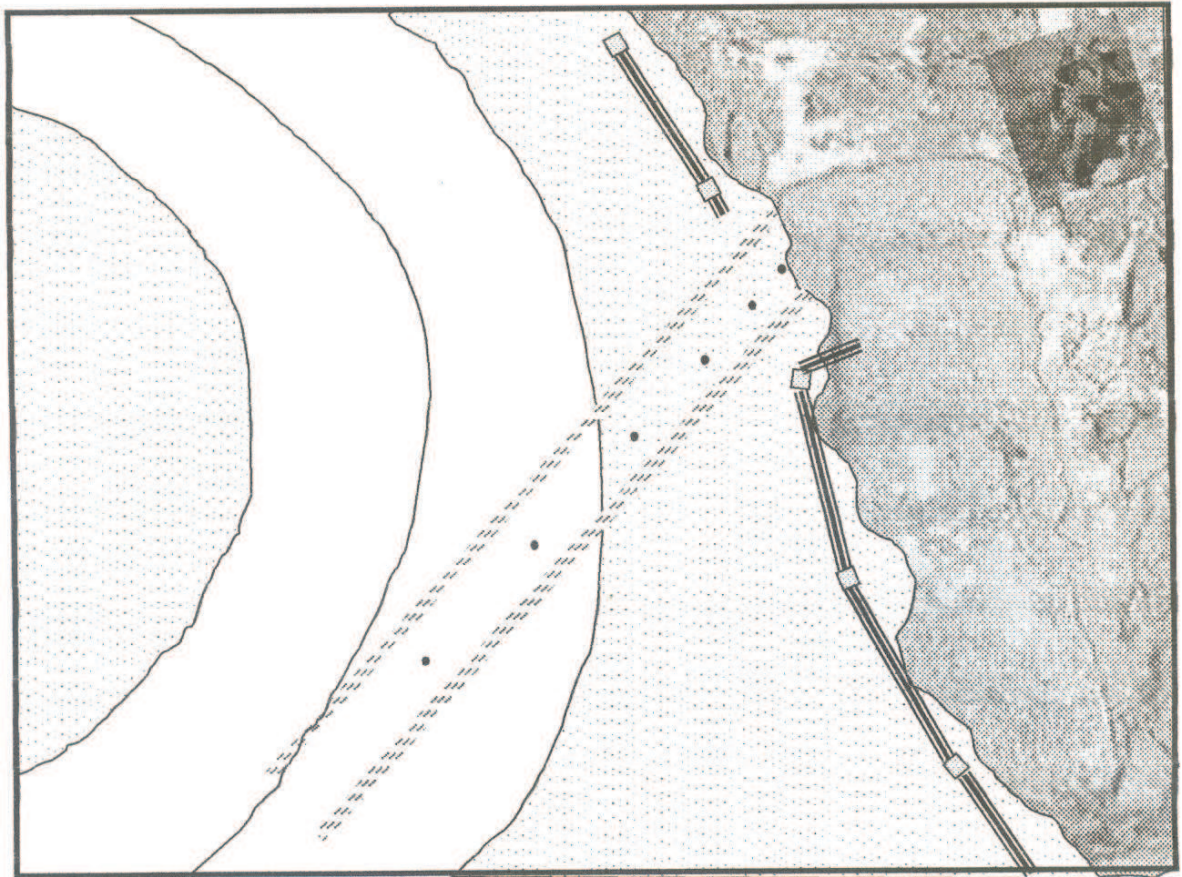
Imagina-te a fazeres parte desta equipa de investigação.

Com os teus colegas de grupo, formula questões que possam ajudar a equipa na procura da verdade: assassinato? ou acidente? Regista-as no teu caderno.

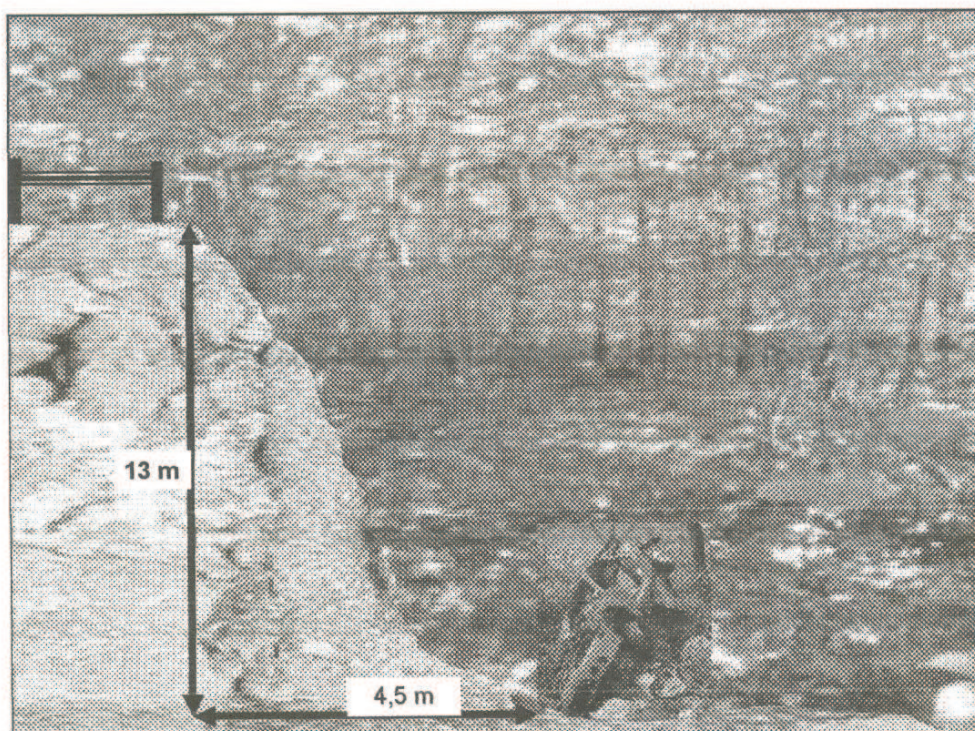




Planta:



Corte:



## Questionário de Opinião

Neste questionário pretende-se que respondas com toda a sinceridade possível, de modo a que se possa analisar cada resposta, e concluir acerca da tua opinião e da tua posição sobre as aulas na temática “Movimentos na Terra e no Espaço”.

Obrigado(a) pela tua colaboração.

### Parte I: MÉTODO DE ENSINO E SUA EFICÁCIA

1. Em relação ao modo como o tema “*Movimentos na Terra e no Espaço*” foi leccionado (assinale com X a sua opção)

- ☐ Gostei muito.
- ☐ Gostei.
- ☐ Não gostei nem desgostei.
- ☐ Não gostei.
- ☐ Detestei.

2. O modo como o tema “*Movimentos na Terra e no Espaço*” foi leccionado aumentou o meu interesse pelo estudo desta unidade (assinale com X a sua opção)

- ☐ Concordo plenamente.
- ☐ Concordo.
- ☐ Não concordo nem discordo.
- ☐ Discordo.
- ☐ Discordo plenamente.



3. O modo como o tema “*Movimentos na Terra e no Espaço*” foi leccionado contribuiu para o meu sucesso na disciplina de Física e Química A (assinale com X a sua opção)

- ☐ Concordo plenamente.
- ☐ Concordo.
- ☐ Não concordo nem discordo.
- ☐ Discordo.
- ☐ Discordo plenamente.

4. O modo como o tema “*Movimentos na Terra e no Espaço*” foi leccionado ajudou-me a melhorar algumas capacidades (preencha com um X a Tabela abaixo)

	Nada	Quase nada	Pouco	Bastante	Muito
• Análise e selecção de informação					
• Síntese de ideias					
• Raciocínio					
• Interpretação de dados					
• Organização de ideias					
• Produção de textos					
• Exposição de ideias					
• Defesa de ideias					

5. O facto de, no estudo do tema “*Movimentos na Terra e no Espaço*” ser necessário resolver problemas do dia-a-dia, ajudou-me a pensar no modo de viver em sociedade (assinale com X a sua opção)

- ☐ Concordo plenamente.
- ☐ Concordo.
- ☐ Não concordo nem discordo.
- ☐ Discordo.
- ☐ Discordo plenamente.

## Parte II: ACTIVIDADES REALIZADAS NAS AULAS

6. O diálogo estabelecido no grupo ajudou-me a (preencha com um X a Tabela abaixo)

	Nada	Quase nada	Pouco	Bastante	Muito
• Tomar consciência do que sabia					
• Aprender os conteúdos relacionados com “ <i>Movimentos na Terra e no Espaço</i> ”					
• Aperceber a importância de considerar diversos pontos de vista					
• Aprender a defender as minhas ideias					

7. Os debates gerados na turma em torno das questões investigadas ajudaram-me a perceber os conteúdos do tema “*Movimentos na Terra e no Espaço*” (assinale com X a sua opção)

- ☐ Concordo plenamente.
- ☐ Concordo.
- ☐ Não concordo nem discordo.
- ☐ Discordo.
- ☐ Discordo plenamente.

8. Em relação às aulas em que houve debate (assinale com X a sua opção)

- ☐ Gostei muito.
- ☐ Gostei.
- ☐ Não gostei nem desgostei.
- ☐ Não gostei.
- ☐ Detestei.

9. A apresentação dos resultados da investigação de cada grupo ajudou-me a (preencha com um X a Tabela abaixo)

	Nada	Quase nada	Pouco	Bastante	Muito
• Tomar consciência do que sabia					
• Aprender os conteúdos relacionados com “ <i>Movimentos na Terra e no Espaço</i> ”					
• Tornar-me mais responsável					
• Tomar consciência da importância do modo de estar, ao fazer uma apresentação					
• Verificar a importância de preparar uma comunicação					
• Verificar a necessidade de organizar logicamente as ideias principais					

10. Em relação às aulas em que se apresentam à turma os resultados da investigação (assinale com X a sua opção)

- ☐ Gostei muito.
- ☐ Gostei.
- ☐ Não gostei nem desgostei.
- ☐ Não gostei.
- ☐ Detestei.

### Parte III: TRABALHO DE GRUPO

11. No grupo de que fiz parte, no ensino e aprendizagem do tema “*Movimentos na Terra e no Espaço*” (assinale com X a sua opção)

- ☐ Senti-me muito integrado no grupo.
- ☐ Senti-me integrado no grupo.
- ☐ Senti-me razoavelmente integrado no grupo.
- ☐ Senti-me pouco integrado no grupo.
- ☐ Não me senti integrado no grupo.

12. No grupo de que fizeste parte, no ensino e aprendizagem do tema “*Movimentos na Terra e no Espaço*”, houve algum elemento que se tornasse líder do grupo? (assinale com X a sua opção)

☐ Sim

☐ Não

Se respondeste “Sim”, responde à pergunta 13.

Se respondeste “Não” passa para a pergunta 14.

13. De um modo geral, o líder do grupo (assinale com X a sua opção)

☐ Facilitou a realização do trabalho de grupo

☐ Não facilitou nem dificultou a realização do trabalho de grupo

☐ Dificultou a realização do trabalho de grupo

14. De um modo geral, senti que (assinale com X a sua opção)

☐ É mais fácil trabalhar em grupo do que individualmente

☐ É tão fácil trabalhar em grupo como individualmente

☐ É mais difícil trabalhar em grupo do que individualmente

15. De um modo geral trabalhar em grupo (assinale com X a sua opção)

☐ Facilitou a minha aprendizagem

☐ Não facilitou nem prejudicou a minha aprendizagem

☐ Prejudicou a minha aprendizagem

#### Parte IV: APRECIÇÃO GLOBAL DAS AULAS

16. Pronuncia-te sobre os aspectos abaixo mencionados relativos às aulas sobre “*Movimentos na Terra e no Espaço*”

a) O que mais gostaste?

---

---

---

---

---

b) O que menos gostaste?

---

---

---

---

---

c) O que não deveria repetir-se?

---

---

---

---

d) O que deveria manter-se sempre?

---

---

---

---

e) O que mudarias?

---

---

---

---

**17.** Escreve em baixo outros comentários ou opiniões que digam respeito:

**a)** Do modo como o tema “*Movimentos na Terra e no Espaço*” foi leccionado.

---

---

---

---

---

---

---

**b)** Ao ambiente criado nas aulas.

---

---

---

---

---

---

---

**c)** Ao modo como decorreu o trabalho de grupo.

---

---

---

---

---

---

---

**FIM**



**Escola Secundária de Estarreja**  
**Física-Química A – 11º Ano**

# Anexo V

## **Guião dos Diários de Aula**

Aula nº \_\_\_\_\_ dia \_\_\_\_\_ às \_\_\_\_\_ de 200 \_\_\_\_\_

Resumo:

### **Relativamente aos alunos**

- O aspecto em que se sentiram mais à vontade foi:
  
  
  
  
- O que os alunos mais gostaram foi:
  
  
  
  
- O que os alunos menos gostaram foi:
  
  
  
  
- O empenhamento dos alunos foi:

### **Relativamente à professora**

- Aquilo em que tive maior dificuldade foi:
  
  
  
  
- Aquilo em que me senti mais à vontade foi:
  
  
  
  
- O que não repetiria foi:
  
  
  
  
- O que melhor resultou foi:

Ex<sup>mo</sup> Senhor  
Professor Doutor António José dos Santos Neto

# Anexo VI

Eu, Maria Emília Coelho de Almeida Batista, aluna do 2º ano do Mestrado em Gestão Curricular, da Universidade de Aveiro, estou a realizar a minha dissertação subordinada ao tema “Aprendizagem de Física e de Química Baseada na Resolução de Problemas”.

Assim, e por sugestão dos meus Orientadores, venho por este meio solicitar que se digne analisar e validar os instrumentos e a estratégia de ensino e aprendizagem que apliquei, na minha turma do 11º ano de escolaridade do curso de Ciências e Tecnologias, aquando da leccionação dos conteúdos curriculares na unidade temática “Movimentos na Terra e no Espaço”, e tendo como finalidade a melhor eficácia do processo ensino e aprendizagem.

Junto envio alguns documentos que julgo serem elucidativos do trabalho realizado da abordagem e instrumentos implementados.

Agradeço desde já a atenção e a disponibilidade dispensada.

Estarreja, 05 de Janeiro de 2009

Atenciosamente



NOME: \_\_\_\_\_ N.º \_\_\_\_\_

**Não é objectivo desta actividade classificar os teus conhecimentos, apenas recolher informações acerca do tipo de resposta que cada Questão te suscita. Responde a cada Questão da forma mais completa possível.**

**Classifica com 0 (certeza nula) e 5 (certeza absoluta) a certeza que tens em cada resposta dada.**

## Teste de conhecimentos

1. Os alunos de uma turma decidiram realizar algumas experiências para investigar a que se deve o carácter ácido da água potável e o que leva a água da chuva a ter um carácter ácido ainda mais acentuado. No seu procedimento, começaram por fazer uma simulação da acidificação da água, dissolvendo nela os gases que supunham ser responsáveis pela acidez da água da chuva. A seguir, prepararam dióxido de carbono e dióxido de enxofre no laboratório e fizeram-nos borbulhar durante um certo tempo em copos separados, com água acabada de destilar, tendo um medidor de pH imerso em cada copo. Depois de medirem o pH das soluções obtidas, mergulharam nelas uma fita de magnésio.

- 1.1. São necessários cuidados especiais na preparação dos dois óxidos antes referidos. Cita alguns desses cuidados, justificando devidamente a tua resposta, para cada um dos casos que considerares.

---

---

---

---

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

- 1.2. Depois de os alunos terem analisado os valores do pH medidos nos copos em que borbulharam o dióxido de carbono e o dióxido de enxofre, a que conclusões terão chegado quanto à natureza da chuva que esses óxidos provocam?

---

---

---

---

Justifica a tua resposta. \_\_\_\_\_

---

---

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

- 1.3. Indica possíveis valores de pH que os alunos possam ter obtido nas soluções onde borbulhou o dióxido de carbono e o dióxido de enxofre. *Justifica para cada caso a tua resposta.*

---

---

---

---

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

- 1.4. Escreve as equações químicas que traduzem a formação de chuvas ácidas, a partir da reacção entre os óxidos de azoto e o vapor de água da atmosfera.

---

---

---

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

- 1.5. Qual será o efeito da chuva ácida em águas de diferentes composições?

---

---

---

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

- 1.6. O que se observou na fita de magnésio quando foi mergulhada nas duas soluções em cima indicadas? *Justifica a tua resposta.*

---

---

---

---

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

2. Em que condição terá a água destilada pH = 7, à temperatura de 25°C?

---

---

---

---

Certeza na resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

3. O que acontece à água destilada se estiver em atmosfera aberta?

---

---

---

---

Certeza na resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

4. Mediu-se o pH de uma mesma água distribuída, posteriormente, por dois recipientes A e B, tendo cada um ficado com 2 litros de água. À água do recipiente A adicionou-se  $50,0 \text{ cm}^3$  de solução de ácido clorídrico com a concentração de  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ; à água do recipiente B adicionou-se o mesmo volume de ácido acético, com a mesma concentração. Mediu-se depois o pH de cada uma das novas soluções, tendo-se concluído que as mesmas ficaram com diferentes graus de acidez. Como se explica essa diferença de acidez provocada nas soluções dos dois recipientes?

---

---

---

Certeza na resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

5. Como explicas que seja possível consumir refrigerantes que contêm na sua composição ácidos fortes e que haja, no entanto, soluções de ácidos fracos que podem provocar sérias queimaduras no estômago?

---

---

---

Certeza na resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

6. Considera a seguinte situação:

«O senhor Joaquim foi à drogaria comprar uma dúzia de pregos de ferro. O empregado da drogaria entregou-lhe os pregos com aspecto brilhante e sem vestígios de ferrugem. O senhor Joaquim usou sete desses pregos e esqueceu-se dos restantes pousados no muro do quintal. Uma semana mais tarde, quando voltou para recuperar os pregos, estes estavam repletos de ferrugem.»

- 6.1. Explica o que aconteceu quimicamente aos pregos.

---

---

---

Certeza na resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

- 6.2. Qual foi o factor que pensas ter favorecido o aparecimento da ferrugem nos pregos deixados no quintal? *Justifica a tua resposta.*

---

---

---

Certeza na justificação da resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

- 6.3. Achas que teria sido uma melhor opção se, em vez de pregos de ferro, o senhor Joaquim tivesse antes levado pregos zincados? Porquê?

---

---

---

Certeza na resposta (0 = certeza nula; 5 = certeza absoluta): \_\_\_\_\_.

A Professora  
M. Emília Batista

### Água na Terra - abundante ou escassa?

Observa as imagens que se seguem.

Com os teus colegas, formula questões que estas imagens te possam suscitar.





# Física e Química A

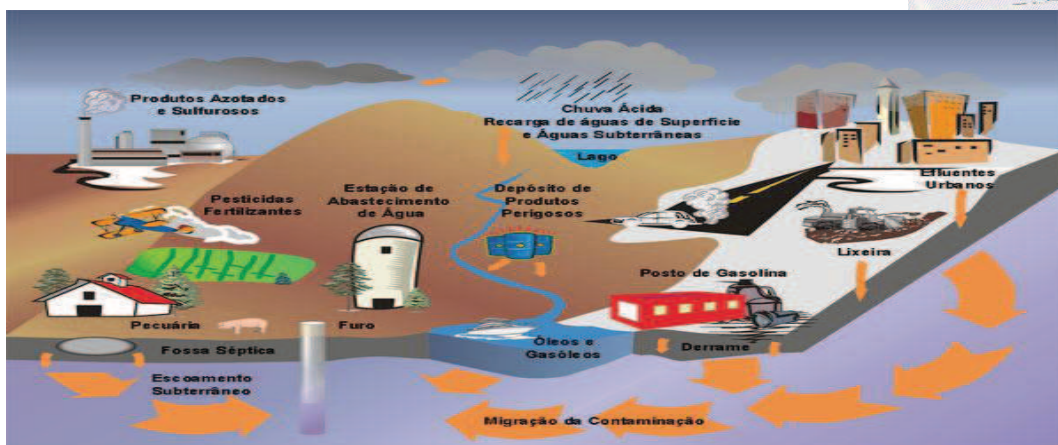
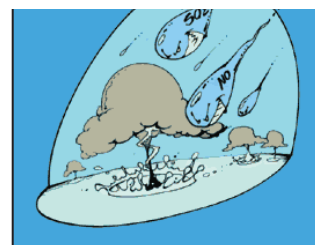
## 11º Ano

# Anexo IX

### As chuvas ácidas e o Ambiente

Observa as imagens que se seguem.

Com os teus colegas, formula questões que estas imagens te possam suscitar.



Nome: \_\_\_\_\_ N.º \_\_\_\_\_

## Teste de aferição - Problema 1:

A produção de resíduos sólidos urbanos é um problema cada vez mais significativo em todo o mundo. Além do aumento de população que se vem verificando, há também uma produção *per capita* cada vez maior de resíduos.

Considera-te na seguinte situação: fazes parte da equipa de ambiente da Câmara Municipal do teu Concelho, e numa das reuniões de assembleia-geral discute-se a necessidade de construir um aterro sanitário, devido à grande quantidade de lixo que começa a haver no Concelho. A tua tarefa consiste em investigar e analisar qual a localização mais adequada para o aterro sanitário.

Indica como irias proceder, passo a passo, e quais as informações que seria necessário recolheres, para levar a cabo a tua tarefa.

## Entrevista de grupo focal - *Focus Group* - Guião

- Notaram diferença na forma como foi leccionada a unidade I de Física e a unidade II de Química? Podem explicar as diferenças que observaram?
- Em qual gostaram mais de trabalhar? Querem explicar porquê?
- Qual delas potenciou uma maior colaboração e partilha quer com os teus colegas quer, com a professora?
- Que ideia tens, em geral, da abordagem de ensino e aprendizagem utilizado pela professora? (interessante/aborrecida, abstracta/concreta, difícil/fácil...).
- Esta experiência de ensino contribuiu para uma visão diferente do estudo da Física e da Química? Porquê? Podem explicitar melhor a vossa ideia?
- Consideram que esta experiência de ensino vos poderá ajudar na disciplina de "Área de Projecto" no 12º ano? De que modo?
- Estariam disponíveis para repetir esta experiência de ensino e aprendizagem numa outra oportunidade? Porquê?
- O facto de terem trabalhado em grupo foi positivo? Se sim de que forma é que vos ajudou? Se não, refiram as causas dessa insatisfação.
- Acham que dos textos apresentados nas aulas, emergiram questões que foram úteis na reflexão do estudo dos conceitos de Física e de Química? Porquê?
- Os materiais/meios físicos colocados à disposição, foram suficientes para desenvolver a vossa pesquisa de aprendizagem?
- Ao longo do ano as aulas tiveram ritmos diferentes. Realizámos várias actividades: trabalhos laboratoriais, debates, trabalhos de grupo e aulas expostas por ti sob orientação da tua professora.
  - c) Gostaram das actividades realizadas?
  - d) Das actividades referidas indica as que vos deram mais prazer e aquelas em que tenham aprendido mais. Expliquem porquê.
- Houve alguma actividade que gostaram menos? Qual foi? Expliquem porquê.

A Professora  
M. Emília Batista



# Anexo XII

*Alguns documentos aplicados nas aulas e  
trabalhos desenvolvidos pelos alunos*

# ESCOLA SECUNDÁRIA DE ESTARREJA

## Planificação Anual da Disciplina de Física e Química A

11º Ano

Ano Lectivo 2008/09

### Calendário Escolar

PERÍODO	1º	2º	3º
Início	15/09/08	05/01/09	14/04/09
Termo	18/12/08	27/03/09	09/06/09
Aulas Previstas	42	33	24
Apresentação/Auto avaliação	2	1	1
Feriados e Interrupções	19/12 a 02/01 1 de Dez 8 de Dez	23/02 a 25/02 01/04 a 13/04	1 de Maio
Actividades de Avaliação Sumativa	Testes – 2 Correcção – 2	Testes – 2 Correcção - 2	Testes – 2 Correcção - 2
Aulas Efectivas	<b>36</b>	<b>28</b>	<b>19</b>

### **B. Conteúdos Programáticos/Número de aulas Atribuídas ( 90 minutos)**

**Componente de Física** - Leccionada de 15 de Setembro a 9 de Janeiro (42 aulas efectivas)

**Unidade 1: Movimentos na Terra e no Espaço ..... 22 aulas**

**1.1. Viagem com GPS ..... 4 aulas**

- ♦ Funcionamento e aplicações GPS
- ♦ Posição – coordenadas
- ♦ Tempo
- ♦ Trajectória
- ♦ Velocidade

**1.2. Da Terra à Lua ..... 14 aulas**

- ♦ Interacções à distância e de contacto
- ♦ 3ª Lei de Newton
- ♦ Lei da Gravitação Universal
- ♦ Movimentos próximo da superfície da Terra

**Actividades prático-laboratoriais**

**Al 1.1** Queda livre ..... 1 aula

**Al 1.2** Salto para a piscina ..... 1 aula

**Al 1.3** Será necessário uma força para que um corpo se mova?..... 1 aula

- ♦ Movimentos de Satélites Geoestacionários

**Actividade prático-laboratorial:**

**Al 1.4.** Satélite Geoestacionário ..... 1 aula

**Unidade 2: Comunicações ..... 20 aulas**

**2.1.** Comunicação de informação a curtas distâncias.....10 aulas

- ♦ Transmissão de sinais

**Actividade prático-laboratorial :**

**Al 2.1** - Osciloscópio ..... 1 aula

- ♦ Som
- ♦ Microfone e altifalante

**Actividade prático-laboratorial :**

**Al 2.2** – Velocidade do som e da luz ..... 1 aula

**2.2.** Comunicação de Informação a longas distâncias ..... ..7 aulas

- ♦ A radiação electromagnética na comunicação
- ♦ Produção de ondas de rádio: trabalhos de Hertz e Marconi
- ♦ Transmissão de informação
  - ↳ Sinal analógico e sinal digital
  - ↳ Modulação de sinais analógicos, por amplitude e por frequência
  - ↳ Reflexão, refacção, reflexão total, absorção e difracção de ondas

**Actividade prático-laboratorial:**

**Al 2.3** – Comunicação por radiação electromagnética ..... 1 aula

**Componente de Química – Leccionada de 12 de Janeiro a 9 de Junho (44 aulas efectivas)**

**Unidade 1 : Química e Indústria: equilíbrios e desequilíbrios.....17 aulas**

**1.1.** O amoníaco como matéria-prima .....3 aulas

**Actividade prático-laboratorial:**

**Al 1.1** – Amoníaco e compostos de amónio em materiais de uso comum .... 1 aula

- 1.2.** O amoníaco, a saúde e o ambiente .....1 aula
- 1.3.** Síntese do amoníaco e balanço energético .....2 aulas
- 1.4.** Produção Industrial do amoníaco .....3 aulas

**Actividades práctico-laboratorial**

**Al 1.2** Síntese do sulfato de tetraaminacobre(II)mono-hidratado .....2 aulas

**Actividade prática** – Visita de estudo a uma instalação industrial.....1 aula

- 1.5.** Controlo da produção industrial .....3 aulas

***Actividade práctico-laboratorial***

**Al 1.3** – Efeitos da temperatura e da concentração na progressão global de uma reacção .....1 aula

**Unidade 2 :**

**Da atmosfera ao Oceano: soluções na Terra e para a Terra .....27 aulas**

- 2.1.** Água da chuva, água destilada e água pura .....3 aulas

**Actividade práctico-laboratorial:**

**AL 2.1** – Ácido ou base: uma classificação de alguns materiais .....1 aula

- 2.2.** Águas minerais e de abastecimento público: a acidez e a basicidade das águas ..... 3 aulas

**2.2.1.** Água potável: águas minerais e de abastecimento público

**2.2.2.** Água gaseificada e água da chuva: acidificação artificial e natural provocada pelo CO<sub>2</sub>

**Actividades práctico-laboratoriais:**

**AL 2.2** – Chuva “normal” e chuva ácida .....1 aula

**AL 2.3** – Neutralização: uma reacção de ácido-base .....2 aulas

- 2.3.** Chuva ácida .....7 aulas

**2.3.1.** Acidificação da chuva

**2.3.2.** Impacto em alguns materiais

**Actividade práctico-laboratorial:**

**AL 2.4** – Série electroquímica: o caso dos metais .....1 aula

- 2.4.** Mineralização e desmineralização de águas .....6 aulas

**2.4.1.** A solubilidade e o controlo da mineralização das águas

**Actividade práctico-laboratoriais:**

**AL 2.5** – Solubilidade: solutos e solventes .....2 aulas

**AL 2.6** – Dureza da água e problemas de lavagem .....1 aula

**2.4.2.** A desmineralização da água do mar

## Física e Química A 11.º Ano



### Ficha de Trabalho n.º 1

Unidade I – Movimentos na Terra e no Espaço

Viagens com GPS

---

De acordo com o texto, a equipa do CSI é orientada pelo GPS para chegar ao local do acidente.

#### 1. Questões:

- O que significa a sigla GPS?
- Quais os princípios do seu funcionamento? Quais as suas aplicações?

Este ponto deverá incluir informação sobre:

- Posição - coordenadas geográficas e cartesianas, método de triangulação e tempo.

#### 2. Recursos:

- Livros:

Manual adoptado;

Energia e Movimento;

- Revistas:

Exame informático

Sistema de posicionamento global - revista Jornal de Notícias

- Internet:

[www.exameinformatica.pt](http://www.exameinformatica.pt)

<http://www.cienciaviva.pt/lotiong>

#### 3. Estratégia de trabalho:

Com os teus colegas de grupo, procura informação de modo a obteres respostas às Questões levantadas no ponto 1.

Deverás apresentar o resultado da tua investigação à turma, da forma mais original possível.

Bom trabalho

## Escola Secundária de Estarreja

### Ficha de Trabalho n.º2

Unidade I – Movimentos na Terra e no Espaço  
Viagens com GPS (cont.)

---

#### **Pensa e Comenta por Escrito.**

*Pretende-se hoje em dia utilizar a Via Verde para ver horas de entrada e saída da auto-estrada e desse modo detectar os condutores que conduzem em excesso de velocidade.*



Será esta medida eficaz para acabar com o excesso de velocidade?

# Física e Química A

## 11.º Ano

### Ficha de Trabalho n.º3

Unidade I – Movimentos na Terra e no Espaço

Viagens com GPS (cont.)

- Trajectória, distância percorrida e deslocamento
- Rapidez e velocidade

---

#### Questão – problema:

*De acordo com o texto e na tua opinião, independentemente de ser assassinato ou acidente o que levou ao despiste do carro?*

#### 1. Procura informação sobre:

- Rapidez e velocidade

Este ponto deverá incluir os conceitos:

- Trajectória, distância percorrida e deslocamento

#### 2. Recursos:

- Livros:

Manual adoptado;

Energia e Movimento;

Jornal de Notícias, 9/02/2008

- Internet:

<http://www.vozlusitana.com/edition/?p=757>

[http://www.portugaldiario.iol.pt/noticiaphp?id=6371658div\\_id=291](http://www.portugaldiario.iol.pt/noticiaphp?id=6371658div_id=291).

#### 3. Estratégia de trabalho:

Com os teus colegas de grupo, após pesquisa deverás apresentar o resultado da tua investigação à turma, da forma mais original possível.

Bom trabalho



# Física e Química A

## 11.º Ano

### Unidade I – Movimentos na Terra e no Espaço

#### Da Terra à Lua – Movimentos

De acordo com as Figuras I e II procura informação que te possa esclarecer sobre as situações apresentadas.



Fig. I



Fig. II

Bom trabalho

## Física e Química A

### 11.º Ano

Um cavaleiro é atirado para a frente quando o cavalo pára de repente.



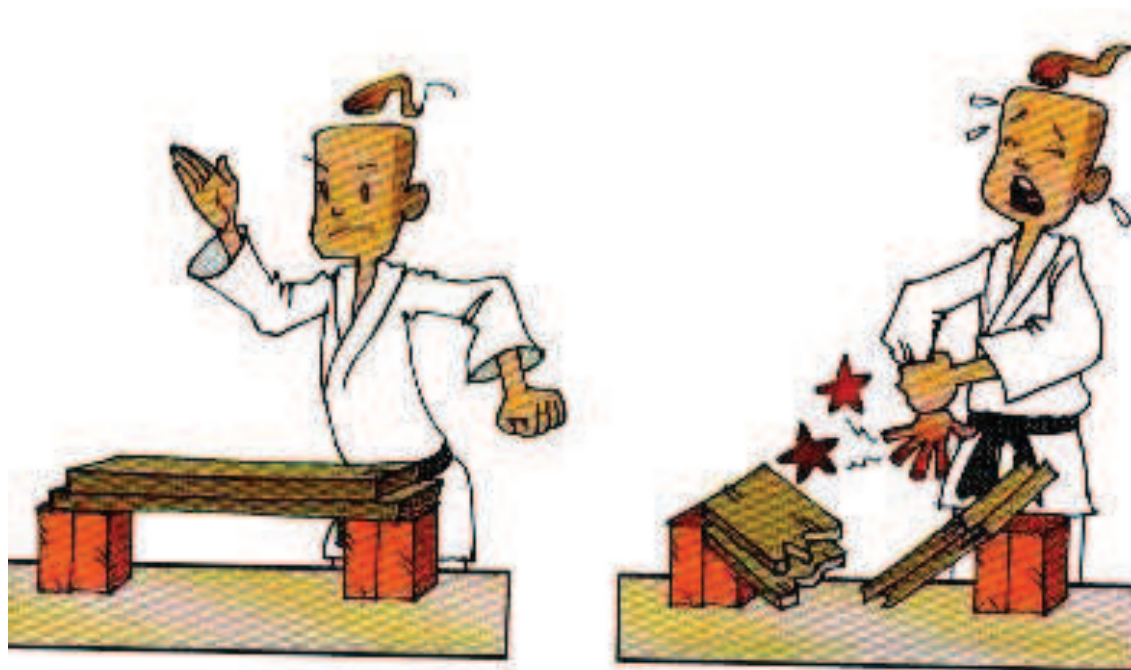
Com os teus colegas procura uma resposta cientificamente correcta, que possas explicar o que aconteceu.

Bom trabalho

## Física e Química A

### 11.º Ano

Observa a situação apresentada na Figura 1.



Com os teus colegas procura uma resposta cientificamente correcta, que possas explicar o que aconteceu.

Bom trabalho




## Questão - O que acontece aos corpos se nenhuma força actuar sobre eles?


Lê com atenção a banda desenhada e encontra a resposta para a questão

**CAPÍTULO 2 - A MAÇÃ E A LUA**

PARA COMPREENDER O MOVIMENTO DA LUA, E TODOS OS OUTROS MOVIMENTOS À NOSSA VOLTA, COMEÇAMOS POR FAZER A SEGUINTE PERGUNTA: QUE ACONTECE AOS CORPOS SE NENHUMA FORÇA ACTUAR SOBRE ELLES?



DURANTE SÉCULOS, A FÍSICA DORMIU À SOMBRA DE **ARISTÓTELES** (384-322 A.C.). ARISTÓTELES ESTAVA CONVENCIDO DE QUE O MOVIMENTO «NATURAL» DOS CORPOS CELESTES (LUA, ESTRELAS) DEVIA SER CIRCULAR, AO PASSO QUE OS CORPOS TERRESTRES (MAÇÃS, PEDRAS, PESSOAS) TENDIAM «NATURALMENTE» A CAIR.



REPRE QUE, SE A LUA SE MOVE NATURALMENTE EM CÍRCULO, NÃO PRECISAMOS DA GRAVIDADE PARA EXPLICAR O SEU MOVIMENTO.

É TÃO NATURAL!

QUANTO AOS OBJECTOS NA TERRA, ARISTÓTELES PENSAVA QUE, DEPOIS DE CAÍREM, FICAVAM EM REPOUSO, A MENOS QUE ALGUMA FORÇA OS FIZESSE DESLOCAR.

ARRE! NÃO SE MOVEU!

INTUITIVAMENTE, TODOS CONCORDAMOS COM ELE! PARECE QUE É NECESSÁRIA UMA FORÇA PARA MANTER UM MOVIMENTO, COMO POR EXEMPLO PARA FAZER MOVER UM CARRO.

**VARUUUM**

QUANDO O MOTOR É DESLIGADO, O CARRO AVANÇA DEVAGARINHA... ATÉ... PARAR...

Puf... Puf... Puf... Puf... Puf...

FOI NECESSÁRIO O GÊNIO DE GALILEU PARA AFIRMAR QUE NÃO É PRECISA

**NENHUMA FORÇA**

PARA MANTER UM OBJECTO EM MOVIMENTO RECTILÍNEO E UNIFORME.


DESAPARECE!

A GRANDE «DESCOBERTA» DE GALILEU CONSISTIU EM TER VERIFICADO QUE AS FORÇAS ALTERAM O MOVIMENTO DOS CORPOS. NÃO PERTURBADOS, OS CORPOS PROSEGUIRIAM EM LINHA RECTA PARA SEMPRE. É A FORÇA DE ATRITO QUE OS FAZ PARAR.

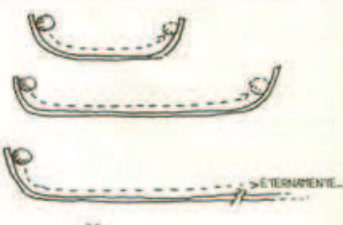
FOI A FORÇA DAS PARAFUSAS QUE FEZ PARAR ARISTÓTELES!

ESSA IDEIA PODE SER FACILMENTE CONFIRMADA USANDO UM EQUIPAMENTO MUITO SIMPLES: UM COLCHÃO DE BORRACHA FLEXÍVEL.

DÁ-ME UMA AJUDINHA, PARTA...



SE ATIRARMOS UMA BOLA, ELA TENDE A ALCANÇAR A MESMA ALTURA DO OUTRO LADO... SE NÃO HOUVESSE OUTRO LADO E SE NÃO FOSSE A FORÇA DE ATRITO, A BOLA MOVER-SE-IA ETERNAMENTE.



**ISAAC NEWTON** (1642-1727) BAPTIZOU A IDEIA DE GALILEU DE PRIMEIRA LEI DE NEWTON:


ATENÇÃO POR FAVOR! FORÇA!

UM CORPO EM REPOUSO TENDE A CONTINUAR EM REPOUSO SE NENHUMA FORÇA ACTUAR SOBRE ELE. UM CORPO EM MOVIMENTO MANTÉM-SE EM MOVIMENTO COM VELOCIDADE CONSTANTE AO LONGO DE UMA LINHA RECTA SE NENHUMA FORÇA ACTUAR SOBRE ELE.

NEWTON TAMBÉM DISSE: «SE CONSEGUI VER AO LONGE, FOI PORQUE ESTAVA AOS OMBROS DE GIGANTES». UM DELES ERA GALILEU, CLARO...

USANDO O VOCABULÁRIO DO CAPÍTULO 1, PODEMOS DIZER QUE, NA AUSÊNCIA DE FORÇAS, OS CORPOS SE MOVEM COM VELOCIDADE CONSTANTE.

ZIP



Actividade Prático-Laboratorial-1.1

## Queda livre.

## ⊗ Objectivos:

- Determinar experimentalmente, o valor da aceleração da gravidade.
- Reconhecer que numa queda livre, corpos com massas diferentes experimentam a mesma aceleração.
- Distinguir força, velocidade e aceleração.
- Reconhecer a queda livre como um movimento rectilíneo e uniformemente acelerado.

## ⊗ Questões pré-laboratoriais:

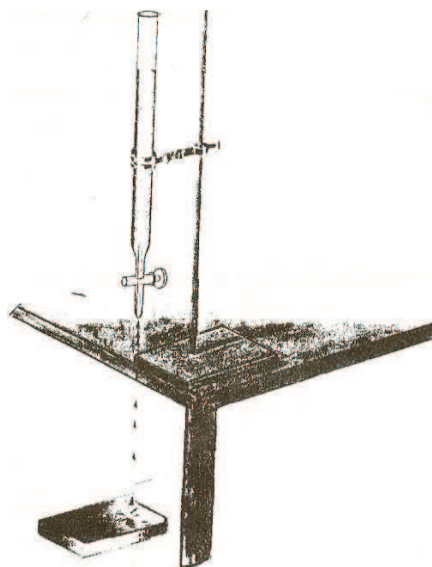
✓ Dois atletas com pesos diferentes, em queda livre, experimentam ou não a mesma aceleração?

## 1ª Parte

Determinação experimental do valor da aceleração da gravidade.

## ⊗ Material e equipamento:

- \* Bureta
- \* Suporte Universal
- \* Fita métrica
- \* Cronómetro
- \* Recipiente para recolha da água
- \* Garrafa de esguicho
- \* Vários corpos com massas diferentes, ex rolas



## ⊗ Procedimento:

1. Faz a montagem esquematizada na fig. 1
2. Regula a saída das gotas de água de forma que uma gota atinja o recipiente de recolha no instante em que a seguinte começa a cair.
3. Mede o tempo que 50 gotas demoram a cair. (Regista na Tabela 1)
4. Repete cinco vezes o procedimento descrito no ponto 3. (Regista na Tabela 1)

$$\Delta t = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5}{5}$$

$\Delta t(s)$	
$\Delta t(s)$	

Tabela 1

5. Meça a distância percorrida por cada gota e calcule o tempo de queda de uma gota.

$$\Delta t(\text{cada gota}) = \frac{\Delta t(50 \text{ gotas})}{50}$$

### 🔗 Exploração dos resultados:

- Tendo em conta o tipo de movimento da gota de água, determina analiticamente o valor da aceleração da gravidade,

Compara o valor da aceleração da gravidade obtido experimentalmente com o valor médio estabelecido como referência e tenta dar uma explicação para a diferença registada.

## 2ª Parte

Concluir experimentalmente que aceleração da gravidade não depende da massa de um corpo nem da altura de queda.

### 🔗 Procedimento:

1. Deixar cair da mesma altura corpos com massas diferentes.
2. Meça o tempo de queda. (Regista na Tabela 2)
3. Repete cinco vezes o procedimento descrito no ponto 1. (Regista na Tabela 2)

	$\Delta t(s)$
$\Delta t(s)$	

**Tabela 2**

$$\Delta t = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5}{5}$$

4. Deixar cair o mesmo corpo de alturas diferentes.
2. Mede o tempo de queda. (Regista na Tabela 3)
3. Repete cinco vezes o procedimento descrito no ponto 4. (Regista na Tabela 3)

	$\Delta t(s)$
$\Delta t(s)$	

**Tabela 3**

$$\Delta t = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5}{5}$$

### 🌀 Exploração dos resultados:

- Tendo em conta o tipo de movimento dos diferentes corpos, determina analiticamente o valor da aceleração.

Compara o valor da aceleração da gravidade obtido experimentalmente com o valor médio estabelecido como referência e tenta dar uma explicação para a diferença registada.

Actividade Laboratorial 1.2. Será necessário uma força para que um corpo se mova?

Questão-problema:

Dois alunos discutem: um diz que é preciso existir sempre uma força resultante não nula aplicada a um corpo para que esta se mantenha em movimento; o outro afirma que a resultante de todas as forças que actuam sobre um corpo pode ser nula e ele continuar em movimento. Quem tem razão?

Vamos procurar dar resposta ao longo desta aula.

⊗ Questões pré-laboratoriais:

✓ É preciso exercer constantemente uma força num corpo para que este se mantenha em movimento?

✓ A resultante das forças que actuam num corpo pode ser nula e ele continuar em movimento?

⊗ Material e equipamento:

- \* Carrinho
- \* Roldana
- \* Marcador electromagnético
- \* Fita de papel de carbono
- \* Massas marcadas
- \* Fios de ligação
- \* Calha adequada

⊗ Procedimento:

✓ Começa por recolher informação que te possa ajudar a planificar uma actividade experimental de modo a obteres resposta à questão-problema.

✓

⊗ Questionário:

1. Classifica os tipos de movimento do carrinho nos troços do percurso.
2. Se os efeitos do atrito forem desprezáveis, verifica se o movimento estudado obedece à Lei da Inércia.
3. Confronta os resultados da experiência com os pontos de vista de Aristóteles, Galileu e Newton.



# Escola Secundária de Estarreja

## Física-Química A – 11º Ano

### Problema em contexto real

Um grupo de alunos de uma Escola Secundária do Algarve resolveu fazer uma viagem a Londres.

Partiram e foram de autocarro até ao aeroporto de Faro apanhar o avião. No arranque, um aluno, que ainda se encontrava de pé, desequilibrou-se e caiu, tendo magoado um pulso no embate contra o chão do autocarro. Apesar deste problema inicial, resolveram seguir viagem.

No aeroporto, fizeram o check-in e tomaram o pequeno-almoço que haviam trazido de casa enquanto esperavam pelo embarque.

Algum tempo depois, já no avião, sentiram claramente a força constante dos motores a jacto empurrar o avião ao longo da pista com a característica sensação da aceleração transversal na barriga.

O avião, após o arranque, atingiu na pista rectilínea uma velocidade de cerca de 370 km/h em 8,2 s, o que permitiu uma descolagem segura do Boeing 757, que tinha cerca de 115 toneladas.

O avião percorreu 1350 km entre Faro e Londres em 2h00. Alguns alunos que nunca tinham andado de avião acharam fantástico que um avião daquele tamanho pudesse voar, pois parecia suspenso sem nada a suportá-lo. No entanto, quando entravam em zonas de turbulência, rapidamente se recordavam do que era responsável pela suspensão do avião.

Em Londres, os alunos visitaram diversos locais e deram um passeio de barco no Tamisa. Durante o passeio, ocorreu um evento engraçado. Inicialmente viram uma barça de 2 toneladas a ser puxada por cabos por dois trabalhadores para um cais estreito, como representado na Figura 1. Os homens conseguiram puxar a barça com forças ( $\vec{F}$ ) iguais, o que a fazia avançar com uma velocidade constante de 0,5 m/s contra a resistência da água, de 1732 N.

Quando as barças se imobilizaram no cais, dois estivadores subiram a bordo para fazer a descarga de 3 caixotes de 100 kg usando rampas que tinham uma inclinação de 30°. Na descarga de um dos contentores, perderam o controlo e o contentor desceu com velocidade crescente pela rampa, porque o material que a constituía tinha sido desenvolvido de modo a tornar o atrito desprezável.

Ao chegar ao fundo da rampa, o caixote abriu-se. Deixando fugir cerca de uma centena de araras, o que provocou uma gargalhada geral dos alunos, perante a aflição dos trabalhadores, que tentavam recuperar as aves.

No último dia de estadia os alunos foram ao Science Museum, onde visitaram uma exposição sobre aplicação das transformações nucleares no nosso quotidiano.

Na viagem de regresso encontraram no aeroporto outros alunos estrangeiros provenientes de escolas da Paris e de Roma.

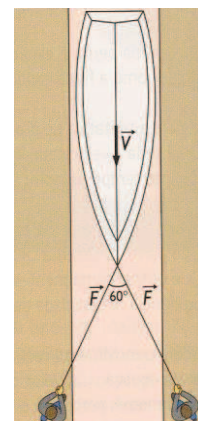


Fig. 1

Fonte: Física A Ver +  
Plátano Editora

**Procura agora responder às questões.**

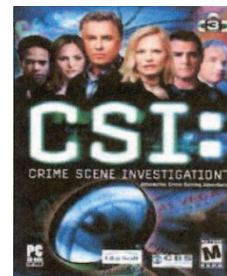
1. Faz corresponder às latitudes (a), (b), (c) e (d), abaixo indicadas, aos nomes das cidades referidas no texto (A, B, C e D do Mapa).  
  
(a)  $41^{\circ}54' \text{ N}; 12,27' \text{ E}$   
(b)  $48^{\circ}48' \text{ N}; 2^{\circ}20' \text{ E}$   
(c)  $51^{\circ}32' \text{ N}; 0^{\circ}0,5' \text{ W}$   
(d)  $37^{\circ}08' \text{ N}; 8^{\circ}01' \text{ W}$
2. Explica por que razão ocorreu o incidente em que o aluno caiu no autocarro.
3. Indica, justificando, dois factos que evidenciam no texto a 3ª Lei de Newton.
4. Considerando a descolagem do avião, responde agora às seguintes questões:
  - 4.1. Qual a força resultante que actuou no avião, permitindo-lhe ganhar velocidade?
  - 4.2. Escreve a equação das posições do avião durante a descolagem.
  - 4.3. Escreve a equação das velocidades do avião durante a descolagem.
  - 4.4. Quantos metros percorreu o avião antes de descolar?
  - 4.5. Na descolagem do avião, devido à posição dos “flaps” das asas, a reacção normal com o solo vai sucessivamente menor até ao momento da descolagem. Explica porquê?
5. Considera a viagem no trajecto Faro-Londres.
  - 5.1. Com os dados do texto, podemos calcular a (escolhe a opção correcta):  
(A) Velocidade instantânea;  
(B) Rapidez instantânea;  
(C) Velocidade média;  
(D) Rapidez média.
  - 5.2. Calcula a grandeza escolhida na alínea anterior em unidade do Sistema Internacional (SI).
6. A exposição do Science Museum tratava de um assunto que põe predominantemente em evidência (escolhe a opção correcta):  
(A) A interacção forte;  
(B) A interacção fraca;  
(C) A 1ª Lei de Newton;  
(D) A 2ª Lei de Newton;

- (E) A interacção electromagnética;  
(F) A interacção gravitacional.
7. Considera agora o transporte da barça até ao cais pelos trabalhadores.
- 7.1. Indica qual a intensidade de cada força  $F$  que foi exercida por cada um dos trabalhadores para vencer a resistência da água.
- 7.2. Depois da acção dos homens deixar de actuar (escolhe a opção correcta):
- (A) A barça seguiu em movimento rectilíneo e uniforme.  
(B) A resultante das forças passou a ser inferior à resistência da água.  
(C) A aceleração resultante passou a ser de  $0,433 \text{ ms}^{-2}$ , com sentido oposto ao do movimento.  
(D) O barco só andou mais cerca de 0,43 m.
8. Relativamente à situação caricata que originou a largada das araras, calcula:
- 8.1. O valor da resultante das forças que provocou a descida descontrolada do caixote ao longo da rampa.  
8.2. O valor da aceleração do caixote.  
8.3. A velocidade a que se deu o embate do caixote contra o cais, sabendo que o comprimento da rampa era de 10 m.
9. Ao longo da viagem Londres-Faro, o avião viajou durante os 1350 km com uma velocidade de cruzeiro de 800 km/h, mas um avião que saiu de Londres 30 minutos depois fez a viagem até Lisboa (1100 km) a 1000 km/h. Qual dos aviões aterrou primeiro? Despreza as variações de velocidade na descolagem e na aterragem.
10. A Terra é ligeiramente achatada nos pólos, o que faz alterar a aceleração da gravidade de latitude para latitude à sua superfície. Sabendo que o raio da Terra num determinado local de Londres é 6362 km, calcula o valor da aceleração da gravidade nesse local.

**FIM**

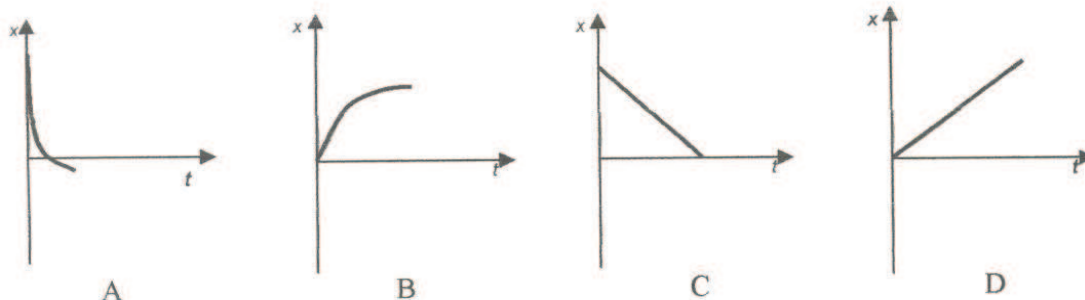
# Física e Química A

## 11º Ano



Vamos agora procurar ajudar a equipa do CSI.

1. Observando as marcas deixadas na estrada, Sara conclui qual o tipo de movimento que o automóvel tinha antes de se precipitar no abismo. Como classificou Sara o movimento do automóvel? Justifica.
2. Qual dos Gráficos seguintes poderia descrever a variação da posição do automóvel em função do tempo durante esses instantes antes do voo (escolhe o Gráfico e justifica a tua escolha):



3. Esboça agora o Gráfico velocidade em função do tempo para este movimento, justificando a tua escolha.

*Sara passou então à fita métrica, registando a distância entre os diversos pontos originados pelo líquido que o carro perdeu. Adote o mesmo procedimento. Fazendo alguns cálculos mais avançados, Sara estimou que o intervalo de tempo entre cada dois “pingos” rondaria os 0,4 s.*

4. Preenche o seguinte Quadro, adoptando a escala indicada ao longo do texto e no desenho:

t/s	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
x/cm						
x/m						

*Com estes valores, é possível determinar qual o valor da velocidade do automóvel no momento em que os pingos começam a cair, bem como o valor da aceleração com que ele se desloca neste percurso.*

5. Utilizando a máquina gráfica, indica os valores atrás referidos, explicando como chegaste até eles.

*Durante o voo, o automóvel comportou-se como um autêntico projectil. A sua trajectória de queda é portanto perfeitamente estimável.*

6. Estima o valor da velocidade com que o automóvel abandonou a encosta, com base nos valores registados no esboço do corte da queda.

*Sara conclui que qualquer coisa não bate certo. Quando determinou a velocidade com que o automóvel abandonou a encosta, baseada na lei horária determinada em 5, chegou a um valor diferente do determinado em 6.*

7. Determina esse valor de velocidade. (Baseia-te na lei das velocidades para o tipo de movimento que classificaste em 1.)

*Voltando à cena do desastre, Sara encontra a explicação para esta diferença: O protector da via, contra o qual o carro bateu antes de se precipitar para o voo fatal.*

8. Indica o valor da energia dissipada com este impacto.
9. Esboça o Gráfico da velocidade em função do tempo para a totalidade do movimento, desde o primeiro “pingo” até ao momento do impacto com o solo.

*Reflectindo sobre o que aconteceu, Sara pensou que tinha acabado de verificar uma das interacções da natureza.*

**10.** A que interacção se referiu Sara Sidle? Classifica esta interacção.

*Observando os destroços do automóvel, Sara verifica que no vidro da frente se encontra a marca do impacto da cabeça do ocupante ao lado do condutor. Reflectindo sobre o assunto, Sara pensa: “Newton tinha mais uma vez razão”.*

**11.** A que se refere Sara? O ocupante que bateu com a cabeça no vidro tinha o cinto de segurança colocado? Qual o objectivo deste dispositivo de segurança? (inclui na tua resposta referências às leis de Newton).

*Por falar em leis de Newton, tendo a variação da velocidade calculada em 8., e sabendo que a mesma ocorre tipicamente num intervalo de tempo de 2 milésimos de segundo:*

**12.** Consegues fazer uma estimativa do valor da força de impacto entre o carro e o protector da via?

**13.** Que lei de Newton utilizaste para fazer a estimativa anterior? O peso é um caso particular desta lei de Newton. A forma de calcular o peso também pode ser obtida a partir da Lei de Atracção Universal.

Faz a demonstração de como pode, a partir da Lei da Atracção Universal, obter a expressão do peso:  $P = m \times g$

São inconclusivas as provas recolhidas no local do desastre. Será portanto necessária mais investigação quer nos destroços, quer noutros locais para chegarmos a uma conclusão irrefutável. É o que continuaremos a procurar nas próximas fichas.

**Até breve!**



*Alguns trabalhos realizados pelos alunos na 1ª fase do estudo - Física*

[illegible]

# Queda de graves



## "Poema para Galileu" de Antônio Gedeão

"Eu queria agradecer-te, Galileu,  
a inteligência das coisas que me destes  
Eu.  
E quantos milhões de homens como eu  
A quem tu esclareceste.  
la jurar – que disparate, Galileu!  
e jurava a pés juntos e apostava a cabeça  
sem a menor hesitação –  
-Que os corpos caem tanto mais depressa  
quanto mais pesados são  
Pois não é evidente, Galileu?  
Quem acredita que um penedo caia com a mesma  
rapidez que um botão de camisa ou de um seixo de  
praia

## ARISTÓTELES



- 🔦 Filósofo grego do século IV a.c.
- 🔦 Apresentou o seu **Modelo Geocêntrico**

"Dois corpos de massas diferentes abandonados ao mesmo tempo e da mesma altura, o corpo de maior massa chegaria primeiro ao solo;

## GALILEU



- 🔦 Astrónomo e físico italiano do século XVI e XVII
- 🔦 Defendia o **Modelo Heliocêntrico**
- 🔦 Estudou a queda dos graves em planos inclinados

"o corpo de maior massa e o corpo de menor massa devem cair igualmente, atingindo o solo simultaneamente se forem abandonados da mesma altura";



A queda de um corpo é um movimento muito rápido. Para o tornar mais lento, Galileu usou um plano inclinado

Galileu pensava que a queda vertical era equivalente ao movimento num plano inclinado com  $\theta = 90^\circ$

## Newton



- 🔦 Astrónomo e físico inglês do século XVII e XVIII;
- Estabeleceu as Leis do movimento e descobriu a Lei da gravitação universal

## Actualmente



Tubo apropriado, fechado nas duas extremidades - tubo de Newton

Uma esfera e uma pena ao caírem, simultaneamente, dentro do tubo, movem-se juntas e com a mesma aceleração



Experiência idêntica foi efectuada na Lua. David Scott deixou cair, simultaneamente e da mesma altura, uma pena e um martelo;

Verificou que os dois corpos chegaram ao mesmo tempo à superfície lunar

## Trabalho realizado por:

Aluno A  
Aluno B  
Aluno C  
Aluno D



<h2>Movimento Segundo Aristóteles, Galileu e Newton</h2> 	<h3>ARISTÓTELES</h3>  <p>Filósofo grego do século IV a.c.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>► A Terra ocupa o centro do Universo – <b>Modelo Geocêntrico</b></li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>► O Universo era constituído por dois mundos: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sublunar <ul style="list-style-type: none"> <li>Constituído por Terra, Água, Ar e Fogo</li> </ul> </li> <li>▪ Celestial <ul style="list-style-type: none"> <li>Constituído por Éter</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>  <p>Os corpos terrestres teriam a tendência de se mover para o centro da Terra – <b>Movimento natural</b></p>								
 <p>Qualquer movimento de um objecto terrestre que não fosse de queda rectilínea para a Terra não seria natural - <b>Movimento não natural</b>.</p>  <p>Para manter um movimento não natural, um corpo necessitaria de uma <b>força externa</b>.</p> <p>Exemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quando queremos levantar uma pedra do chão;</li> <li>▪ Quando pretendemos deslocar uma mesa sobre o soalho.</li> </ul>	<h3>GALILEU</h3>  <p>Astrónomo italiano do século XVI e XVII</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>► O Sol era o centro do Universo – <b>Modelo Heliocêntrico</b></li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>► Para estudar o movimento de queda...</li> </ul> <p><b>"Experiência" de Galileu</b></p> 								
 <p>Galileu observou que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* A esfera descia ao longo de um dos planos inclinados e subia até aproximadamente à mesma altura através do outro, na ausência total de atrito.</li> <li>* Quando o plano estivesse na horizontal, a esfera continuaria indefinidamente o seu movimento rectilíneo.</li> </ul> <p>Galileu conclui que:</p>  <p>Qualquer corpo estava num "estado natural" quando permanecia em repouso ou em movimento com velocidade constante.</p>  <p>Para manter um corpo em movimento, não é necessária nenhuma "influência" ou corpo.</p>	<p>As experiências de Galileu levaram - no a atribuir a todos os corpos uma propriedade, denominada <b>Inércia</b>.</p>  <p><b>Princípio da Inércia:</b></p> <p>Nenhum corpo pode, por si só, alterar o seu estado de repouso ou de movimento uniforme, a não ser que algum agente exterior lhe altere esse estado.</p>								
<h3>Concepção de Aristóteles e de Galileu sobre o movimento</h3> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ARISTÓTELES</th> <th>GALILEU</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>✓ O movimento de queda de um corpo é um movimento natural</td> <td>✓ O movimento de queda de um corpo é um movimento forçado, pois é provocado por uma força que nele se exerce</td> </tr> <tr> <td>✓ O ar favorece o movimento</td> <td>✓ O ar contraria o movimento</td> </tr> <tr> <td>✓ Se nenhuma força actuar num móvel, este acaba por parar</td> <td>✓ Se nenhuma força actuar num móvel, este manterá eternamente a sua velocidade (<b>Princípio da Inércia</b>).</td> </tr> </tbody> </table>	ARISTÓTELES	GALILEU	✓ O movimento de queda de um corpo é um movimento natural	✓ O movimento de queda de um corpo é um movimento forçado, pois é provocado por uma força que nele se exerce	✓ O ar favorece o movimento	✓ O ar contraria o movimento	✓ Se nenhuma força actuar num móvel, este acaba por parar	✓ Se nenhuma força actuar num móvel, este manterá eternamente a sua velocidade ( <b>Princípio da Inércia</b> ).	<h3>Isaac Newton</h3>  <ul style="list-style-type: none"> <li>► Desenvolveu as ideias de Galileu sobre o movimento.</li> </ul> <p><b>Segundo Newton:</b></p> <p>Qualquer corpo permanece em repouso ou em movimento rectilíneo uniforme, a não ser que fique sujeito a uma acção externa.</p>  <p><b>Primeira Lei do Movimento</b></p>
ARISTÓTELES	GALILEU								
✓ O movimento de queda de um corpo é um movimento natural	✓ O movimento de queda de um corpo é um movimento forçado, pois é provocado por uma força que nele se exerce								
✓ O ar favorece o movimento	✓ O ar contraria o movimento								
✓ Se nenhuma força actuar num móvel, este acaba por parar	✓ Se nenhuma força actuar num móvel, este manterá eternamente a sua velocidade ( <b>Princípio da Inércia</b> ).								

*Continua*

*Continuação*

<p><i>Estarão os pontos de vista de Aristóteles e de Galileu de acordo com o movimento segundo as Leis de Newton?</i></p> 	<p>Trabalho realizado por:</p> <p>Aluno A Aluno B Aluno C Aluno D</p>
---	---

### **Questão:**

***Como sabes, as concepções de Aristóteles não explicam a queda dos graves. Sendo assim, em tua opinião, porque é que estas foram estudadas nas tuas aulas?***

*Algumas respostas dos alunos*

*“Eu penso que as concepções de Aristóteles, apesar de não explicarem a queda dos graves, não devem, nem podem, ser desprezadas, pois qualquer estudo, mesmo que não seja muito correcto, serve de base para outros estudos mais profundos e mais correctos. Além disso, as concepções de Aristóteles, ao não estarem muito precisas e realistas, despertaram a curiosidade de outros físicos, que desenvolveram o seu estudo e “melhoraram” as ideias que até aí se tinha sobre esta matéria. As concepções de Aristóteles serviram também nas aulas como termo de comparação com as dos alunos, despertando o interesse dos mesmos para saber o que realmente está certo ou errado. Eu penso, concluindo, que foi útil esse método, pois além de conhecermos a mentalidade de Aristóteles relativamente a essa matéria da Física, podemos compará-la com a dos dias de hoje. E, o interesse em saber as concepções reais é agora maior.” Al. nº 13*

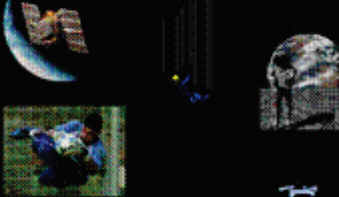








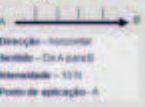

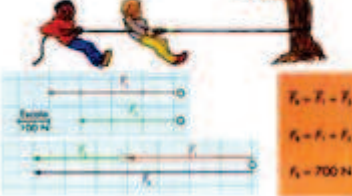

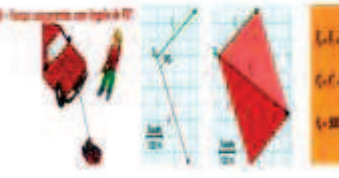
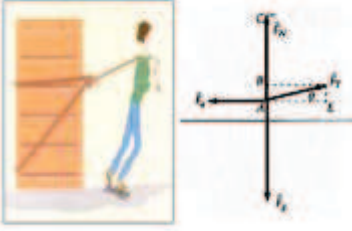
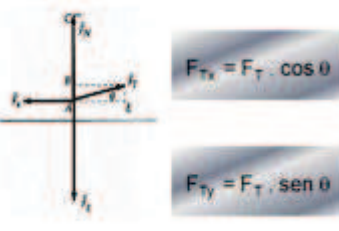


*“Penso que foi na perspectiva de comparar o “pensamento” de Aristóteles com a opinião dos alunos. Aristóteles defendia que o movimento da queda de um corpo era um movimento natural; que a queda livre acontece com velocidade constante; o ar favorece o movimento de um corpo; os corpos mais pesados caem mais depressa, pois a velocidade é proporcional ao peso. Servimo-nos destes conceitos para os comparar, por exemplo, com os de Galileu, que já contradizem os de Aristóteles; e com os dos alunos. Foi interessante debater e constatar as diferentes opiniões de cada um.” Al. nº 18*

*“Eu achei muito interessante termos estudado as concepções de Aristóteles, porque assim tivemos ideia de como essas concepções “evoluíram” até aos nossos dias. Também foi muito importante porque assim conseguimos analisar as nossas ideias e vimos se a nossa concepção é ou não igual à de Aristóteles naquela época” Al. nº 23*

*“Aristóteles, embora tenha estudado a queda dos graves, as suas concepções agora não são as correctas, pois posteriormente a ele já se fizeram mais estudos, e chegou-se a outras conclusões mais correctas, caso de Galileu. Mas muitos de nós, como vimos na aula ainda temos ideias semelhantes à de Aristóteles. (...)*

*As aulas em que nos foram faladas dessas concepções, serviram para os alunos verem as suas ideias sobre a queda dos graves e ao mesmo tempo compreenderem que muitas vezes respostas que davam eram semelhantes a ideias que se tinham à séculos atrás.” Al. nº 6*



<p>Da Terra à Lua</p> 		<p><b>Interacções</b></p>  <p>Interacções – Representam acções simultâneas entre corpos e são representadas por forças.</p>																				
<p><b>Interacções</b></p> <p>Interacções / Forças</p> 	<p><b>Tipos de Forças</b></p> 	<p><b>Tipos de Forças</b></p> 																				
<p><b>Interacções Fundamentais da Natureza</b></p>  <table border="1"><thead><tr><th>Interação</th><th>Alcance da interacção</th><th>Força</th><th>Exemplos</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gravitacional</td><td>Infinito</td><td>Depende do produto das massas</td><td>Atracção</td></tr><tr><td>Electromagnética</td><td>Infinito</td><td>Depende do produto das cargas</td><td>Repulsão e atracção</td></tr><tr><td>Força forte</td><td>Alcance limitado</td><td>Depende do produto das cores</td><td>10<sup>38</sup> N</td></tr><tr><td>Força fraca</td><td>Alcance limitado</td><td>Depende do produto das cores</td><td>10<sup>36</sup> N</td></tr></tbody></table>	Interação	Alcance da interacção	Força	Exemplos	Gravitacional	Infinito	Depende do produto das massas	Atracção	Electromagnética	Infinito	Depende do produto das cargas	Repulsão e atracção	Força forte	Alcance limitado	Depende do produto das cores	10 <sup>38</sup> N	Força fraca	Alcance limitado	Depende do produto das cores	10 <sup>36</sup> N	<p><b>FORÇAS</b></p>  <p>Seja qual for o tipo de forças, estas podem:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- deformar um corpo e/ou</li><li>- fazer variar o seu estado de repouso ou de movimento.</li></ul>	<p><b>FORÇAS</b></p>  <p>As forças são grandezas vectoriais. Representam-se por vectores.</p> <p>Os elementos que caracterizam as forças são:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Direcção;</li><li>Sentido;</li><li>Intensidade;</li><li>Ponto de aplicação.</li></ul> 
Interação	Alcance da interacção	Força	Exemplos																			
Gravitacional	Infinito	Depende do produto das massas	Atracção																			
Electromagnética	Infinito	Depende do produto das cargas	Repulsão e atracção																			
Força forte	Alcance limitado	Depende do produto das cores	10 <sup>38</sup> N																			
Força fraca	Alcance limitado	Depende do produto das cores	10 <sup>36</sup> N																			
<p><b>FORÇAS</b></p>  <p>A unidade SI de Força é o newton;</p> <p>No dia-a-dia usa-se muito outra unidade de força, que não pertence ao SI, o quilograma-força, kgf.</p>	<p><b>FORÇA RESULTANTE</b></p> <p>1 - Duas forças com a mesma direcção e sentido.</p>  <p><math>R = F_1 + F_2</math> <math>R = 100\text{ N} + 600\text{ N}</math> <math>R = 700\text{ N}</math></p>	<p><b>FORÇA RESULTANTE</b></p> <p>2 - Duas forças com a mesma direcção e sentidos opostos.</p>  <p><math>R = F_1 + F_2</math> <math>R = 100\text{ N} - 600\text{ N}</math> <math>R = -500\text{ N}</math></p>																				
<p><b>FORÇA RESULTANTE</b></p> <p>3 - Forças actuando num ângulo de 90°</p>  <p><math>R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}</math> <math>R = \sqrt{300^2 + 400^2}</math> <math>R = 500\text{ N}</math></p>	<p><b>DECOMPOSIÇÃO DE FORÇAS</b></p>  <p><math>F_x = F \cdot \cos \theta</math> <math>F_y = F \cdot \sin \theta</math></p>	<p><b>DECOMPOSIÇÃO DE FORÇAS</b></p>  <p><math>F_x = F \cdot \cos \theta</math> <math>F_y = F \cdot \sin \theta</math></p>																				
<p><b>NEWTON</b></p>  <p>Isaac Newton nasceu em Lincolnshire, próximo de Grantham, a 25 de Dezembro de 1642, e morreu em Kensington, Londres, a 20 de Março de 1727.</p>	<p><b>TERCEIRA LEI DE NEWTON</b></p>  <p>Quando um karateca dá um golpe que parte uma tabua sente uma força por parte da tabua que lhe pode provocar uma lesão grave na mão.</p>	<p><b>TERCEIRA LEI DE NEWTON</b></p>  <p>Quem já teve o "azar" de dar um pontapé numa pedra grande, já sentiu que, embora tivesse exercido uma força sobre a pedra, houve uma reacção recíproca da pedra sobre o seu pé.</p>																				

Continua

Continua

## Continuação

### TERCEIRA LEI DE NEWTON



As duas forças coexistem sempre.

#### Lei da Acção-Reacção

### TERCEIRA LEI DE NEWTON



Uma consequência desta lei, é que as duas forças do par acção-reacção se encontram aplicadas em corpos distintos.

### TERCEIRA LEI DE NEWTON



Se uma partícula A exerce, num determinado instante, uma força sobre uma partícula B, esta logo, aplicando sobre a primeira uma força contrária, de igual e oposta à primeira.

É extremamente importante saber a cada uma das forças é a mesma a origem. Essas forças são caracterizadas por:

- Intensidade idêntica;
- Direcções opostas;
- Linhas de acção iguais;
- Aplicadas em corpos distintos, logo não se anulam.



### TERCEIRA LEI DE NEWTON

Os foguetes não funcionam no espaço exterior, a Terra onde existe vazio, porque lá não existe nada que possa ser empurrado, não é verdade?

Os foguetes funcionam no espaço exterior, porque os gases que são expulsos para trás, empurram o foguete para a frente.

Os gases que são expulsos são os que vão no foguete e não para o espaço exterior.

Então, os foguetes não precisam de um meio para se moverem, eles se movem porque os gases que são expulsos para trás, empurram o foguete para a frente.

### LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL



### LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL



Entre quaisquer duas partículas de massa  $m_1$  e  $m_2$ , que se encontram a distância  $r$  uma da outra, estabelecem-se forças de atracção mútua (gravitacionais), com a mesma direcção e sentidos opostos e cujo valor pode ser determinado pela seguinte expressão:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

G = constante gravitacional de valor  $6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

### LEI FUNDAMENTAL DA DINÂMICA OU 2ª LEI DE NEWTON



$$F_r = m \cdot a$$

### Segunda lei de Newton



### Primeira lei de Newton



Somos atirados contra o assento, quando, um comboio (avião, carro, etc) arranca de repente e inicia o seu movimento.

### PRIMEIRA LEI DE NEWTON



Um cavaleiro é atirado para a frente quando o cavalo pára de repente.



### PRIMEIRA LEI DE NEWTON



Um corpo tende a manter o seu estado de repouso ou de movimento rectilíneo e uniforme se nenhuma força actuar sobre ele, ou se a resultante das forças for nula.



### Este Trabalho foi elaborado:

- Aluno A
- Aluno B
- Aluno C
- Aluno D
- Aluno E
- Aluno F
- Aluno G
- Aluno H



## 2ª fase do estudo – componente de Química

### Material de apoio às aulas

Lê com atenção a notícia que se transcreve:



1. Identifica:
  - O problema;
  - Causas possíveis do problema;
  - Qual a finalidade das análises efectuadas.

### Campo Alegre: água melhorou

Os Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento do Porto realizaram ontem novas colheitas de água da rede na zona do Campo Alegre – onde, no Verão passado, foram detectados elevados valores de hidrocarbonetos –, devendo os resultados ser conhecidos apenas na próxima quarta-feira. Uma fonte daquele organismo, contactada pelo PÚBLICO, adiantou que as análises das amostras estão a ser feitas num laboratório autorizado, exterior aos serviços, acrescentando que, em termos gerais, a água recolhida apresentava um “ótimo aspecto”. A recolha teve lugar em pontos da rede de abastecimento na zona do Campo Alegre – onde o problema foi detectado, provocado, possivelmente, pela lavagem de material poluente por alturas da pavimentação daquela artéria –, nas ruas de António Aroso e da Venezuela e na parte sul da Avenida da Boavista (junto ao edifício Bristol), onde a elevada presença de hidrocarbonetos na água acabou por se estender.

PÚBLICO, 94/02/08

2. Junto dos Serviços Municipalizados para abastecimento de água da zona em que vives procura saber:
  - a. Qual a origem da água canalizada que é distribuída ao domicílio;
  - b. Quais os tratamentos a que está sujeita;
  - c. Quais são os problemas levantados sobre a sua qualidade para o consumo;
  - d. Algumas causas desses problemas (agentes poluidores, por exemplo).



Redige um conjunto de questões sobre a água, tendo como exemplo as que se seguem.

- De onde vem a água que se bebe na nossa região?
- Qual é o estado de conservação/poluição dos cursos de água da nossa região?
- Que actividades poluem mais a água?
- Que pequenas mudanças de atitude podem conduzir à poupança de água?

Tenta encontrar resposta para as questões elaboradas, recorrendo aos conhecimentos de outras pessoas, se possível, ligadas a esta área.

Elabora um cartaz com a finalidade de sensibilizar a escola para a importância da poupança de água.

Bom Trabalho

**Problema:**

**Justifica-se ou não a seguinte afirmação:**

**“Com uma crise de petróleo pode encontrar-se uma fonte de energia.  
Mas não pode substituir-se a água ...”**

(L. Schmidt, 1993)

**Problema:**

**Que medidas tomar para atenuar:**

**“O impacto social das secas prolongadas na agricultura”?**

**“O impacto ambiental dos pesticidas na qualidade da água”?**

**Recursos:**

- Enciclopédias
- Internet
- A “Carta Europeia da Água” e a “Declaração Universal dos Direitos da Água”
- [www.portoeditora.pt/smartlinks](http://www.portoeditora.pt/smartlinks)
- [www.amda.org.br/assets/files/datas\\_ambientais.doc](http://www.amda.org.br/assets/files/datas_ambientais.doc) - Listagem de eventos, conferencias de reuniões sobre “Meio ambiente: marcos históricos”, em português.
- 4.º Forum Mundial da Água (México 2006) [www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=3729](http://www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=3729)
- [panda.igeo.pt/pancd/](http://panda.igeo.pt/pancd/) - Páginas do “Programa de Acção Nacional de Combate à Desertificação”
- [http://e.geo.ineti.pt/geociencias/edicoes\\_online/diversos/agua\\_subterranea/aguaterra.htm](http://e.geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/aguaterra.htm) (Distribuição da água na Terra)
- <http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/pdf/Agterrahomweb.pdf> (A Água, a Terra e o Homem).

Entre os problemas ambientais atmosféricos estão as "chuvas ácidas" o "efeito de estufa" e a "degradação da camada de ozono"



### Reunião do IPCC em Madrid sobre o aquecimento global A denúncia dos cientistas

CIENTISTAS e técnicos governamentais de todo o mundo estão, até quarta-feira, reunidos em Madrid para formalmente aprovarem o último relatório do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas) que finalmente aponta cientificamente o homem como culpado do efeito de estufa (ver "A culpa é do homem", PÚBLICO, 18/10/95).  
(...)

PÚBLICO, 28/11/95



O JORNAL, 05/06/92

90 por cento de 1990 em 2010

### União Europeia vai reduzir dióxido de carbono

A UNIÃO Europeia está de acordo em reduzir em dez por cento as suas emissões de gases responsáveis pelo efeito de estufa do ano 2000 para o ano 2010, anunciou em Bona a comissária do Ambiente, a dinamarquesa Ritt Bjerregaard. Essa redução suplementar deve ocorrer depois de os Quinze já terem reduzido as suas emissões, no ano 2000, para os níveis de 1990.  
(...)

PÚBLICO, 05/04/95



### Buraco no ozono continua a aumentar e é discutido em Viena Ninguém liga nenhuma

A GREENPEACE acusou os países industrializados do Norte e os países em vias de desenvolvimento do Sul de continuarem a destruir a camada de ozono por privilegiarem os objectivos económicos em detrimento dos ambientais – ao contrário do estabelecido no protocolo de Montreal.  
(...)

PÚBLICO, 28/11/95

Formula e escreve no teu caderno, todas as questões que estas notícias suscitam.



## 1. Preocupação nacional e internacional com as chuvas ácidas e o efeito estufa

Considera os seguintes extractos de notícias que podem ajudar-te a aprofundar os teus conhecimentos sobre estes problemas ambientais.

PÚBLICO, 93/08/25

(...) Na abertura da mesma reunião, militantes da organização ambiental Greenpeace instalaram um "contador de dióxido de carbono" à entrada do Palácio das Nações, onde decorre o encontro. O contador começou a funcionar nos 22 mil milhões de toneladas de dióxido de carbono - a quantidade deste gás que já foi lançada para a atmosfera desde que o tratado sobre alterações climáticas foi assinado, em Junho do ano passado. O contador - ou "relógio de CO<sub>2</sub>", como lhe chamou a Greenpeace - mostra que, por minuto, são lançadas para a atmosfera 42 mil toneladas de dióxido de carbono, resultantes da combustão do petróleo, do gás e do carvão.

A World Wide Fund for Nature e a Greenpeace afirmaram que o mundo industrializado terá que reduzir as suas emissões de dióxido de carbono para se salvar os ecossistemas do planeta, não bastando para isso estabilizar os níveis de emissão. (...)

### Há chuvas ácidas, sim senhor!

Jorge Paiva, investigador do Instituto Botânico da Universidade de Coimbra, afirmou, em 1988, que "chovia vinagre" em Coimbra!

Continua a afirmar que há chuvas ácidas em Portugal e não é só em Coimbra, onde elaborou um estudo pormenorizado sobre os seus efeitos. Também em Lisboa, em certas zonas costeiras do Sul e nas proximidades dos complexos industriais, existem indícios que apontam para a acção daquele fenómeno. Frutificação precoce de árvores de fruto, olivais improdutivos e pinheiros em agonia são alguns exemplos.

Segundo aquele especialista, em Portugal a situação não é tão alarmante como na Alemanha ou na Checoslováquia onde pereceram já largos hectares de floresta. No entanto, a tendência é haver cada vez mais chuvas «envinagradas». E isto porque a circulação automóvel aumenta de dia para dia, assim como continua a negligência das indústrias térmicas e químicas, principais responsáveis pela libertação na atmosfera de gás carbónico, sulfuroso e óxidos de azoto.

Em Coimbra, um estudo sobre os valores de pH das chuvas, publicado em 1983 e elaborado no Instituto de Geofísica, revelava que na Primavera verificavam-se níveis tão baixos quanto os 3,5. Os valores «normais» de acidez da água pluvial ronda os 5,5.

Na origem da transformação das chuvas daquela região, pensa-se que está, para além dos tubos de escape dos transportes rodoviários, as indústrias química (Estarreja) e cimenteira (Souselas).

De acordo com as observações de Jorge Paiva, na decorrência das chuvas ácidas na região, não apenas morreram dezenas de árvores em Vale de Canas, parque natural, mas também se criaram estranhas estalactites e estalagmites em edifícios relativamente modernos e deterioraram-se imagens do frontal e portas de monumentos tão antigos como a Igreja de Santa Cruz e a Sé Velha. (...)

Adaptado de O JORNAL, 02/05/29



**Problema:**

Procure investigar sobre:

- "As chuvas ácidas" e o "efeito de estufa";
- Origem e consequências;
- Medidas discutidas e acordadas a nível mundial:

**Recursos:**

- Enciclopédias
- Internet

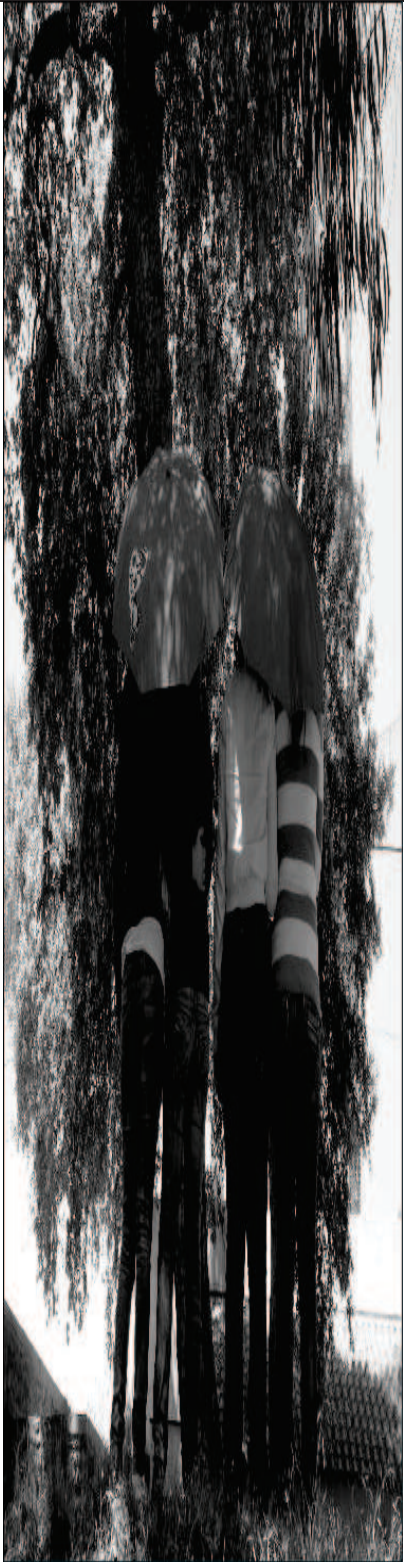
<http://www.esffranco.edu.pt/exploracao/indexb.html>







[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)

<http://www.energiasrenovaveis.com>

## *Alguns trabalhos realizados pelos alunos na 2ª fase do estudo - Química*

Folheto distribuído aos colegas

	<p><b><u>Quando começaram as chuvas ácidas a ser um problema ambiental?</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A partir de meados do século XVIII, com a Revolução Industrial as emissões de óxidos de enxofre e de azoto aumentaram significativamente.</li> <li>• Devido à forte industrialização que se vivia, verificou-se uma repentina diminuição de pH (de 6 para 4,5 ou 4).</li> </ul> <p><b><u>Numa perspectiva histórica, o que tem contribuído para causar este problema?</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentração urbana;</li> <li>• Presença de grandes unidades industriais (a indústria de produção eléctrica, por exemplo);</li> <li>• Queima de combustíveis fósseis (para a produção de energia térmica, energia eléctrica e circulação de automóveis);</li> <li>• A existência de altas chaminés nos complexos industriais contribuem para dispersar os gases emitidos e assim, aumentar o número das áreas afectadas;</li> <li>• Fenómenos naturais.</li> </ul>	<p><b><u>Quando começaram as chuvas ácidas a ser um problema ambiental?</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A partir de meados do século XVIII, com a Revolução Industrial as emissões de óxidos de enxofre e de azoto aumentaram significativamente.</li> <li>• Devido à forte industrialização que se vivia, verificou-se uma repentina diminuição de pH (de 6 para 4,5 ou 4).</li> </ul> <p><b><u>Numa perspectiva histórica, o que tem contribuído para causar este problema?</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentração urbana;</li> <li>• Presença de grandes unidades industriais (a indústria de produção eléctrica, por exemplo);</li> <li>• Queima de combustíveis fósseis (para a produção de energia térmica, energia eléctrica e circulação de automóveis);</li> <li>• A existência de altas chaminés nos complexos industriais contribuem para dispersar os gases emitidos e assim, aumentar o número das áreas afectadas;</li> <li>• Fenómenos naturais.</li> </ul>
--	--	--

<p><b>CHUVAS ÁCIDAS</b> O historiador</p>	<p><b>QUANDO COMEÇARAM AS CHUVAS ÁCIDAS A SER UM PROBLEMA AMBIENTAL?</b></p>	 <p>A partir de meados do século XVIII, com a Revolução Industrial as emissões de óxidos de enxofre e de azoto aumentaram significativamente. Devido à forte industrialização que se vivia, verificou-se uma repentina diminuição do pH da água da chuva (de 6 para 4,5 ou 4).</p>
<p><b>NUMA PERSPECTIVA HISTÓRICA, O QUE TEM CONTRIBUÍDO PARA CAUSAR ESTE PROBLEMA?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concentração urbana</li> <li>Presença de grandes unidades industriais (por exemplo, a indústria de produção eléctrica).</li> <li>Queima de combustíveis fósseis (para a produção de energia térmica, energia eléctrica e circulação de automóveis).</li> <li>A existência de altas chaminés nos complexos industriais contribuiu para dispersar os gases emitidos e assim, aumentar o número de áreas afectadas.</li> <li>Fenómenos naturais</li> </ul>	<p><b>AS CHUVAS ÁCIDAS CONSTITUEM UM PROBLEMA AMBIENTAL GRAVE EM PORTUGAL?</b></p>
<p>Sim, constituem, tal como se pode observar em algumas regiões de Portugal, assim como Porto, Lisboa, Estarreja, etc. Pois, neste tipo de regiões encontram-se localizadas uma maior concentração urbana e a presença de grandes unidades industriais, causadoras do aumento das concentrações de poluentes atmosféricos.</p>	<p><b>TERÃO TODAS AS REGIÕES A MESMA CAPACIDADE DE RESISTÊNCIA ÀS CHUVAS ÁCIDAS?</b></p>	<p>Não.</p> <p>A capacidade de resistência às chuvas ácidas varia de região para região, pois os ecossistemas terrestres e aquáticos possuem diferentes graus de sensibilidade à deposição ácida.</p> <p>Esta vulnerabilidade depende da composição mineralógica das rochas, do tipo de solo, do uso do solo e da precipitação que ocorre naquela área.</p>
<p><b>SÃO VISÍVEIS OS EFEITOS DA CHUVA ÁCIDA EM PORTUGAL? DE QUE FORMA?</b></p>	<p>Sim, e os principais efeitos das chuvas ácidas visíveis em Portugal são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Corrosão de metais.</li> <li>Degradação de materiais de construção.</li> </ul>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução da vida aquática.</li> <li>Libertação de iões metálicos a partir das rochas.</li> <li>Modificação do pH do solo.</li> <li>Arrastamento de nutrientes dos solos.</li> <li>Afectar a vida humana e animal.</li> </ul> 
<p>Tornam-se visíveis os efeitos da chuva ácida em Portugal.</p> 	<p><b>TRABALHO REALIZADO POR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... n.º ...</li> <li>... n.º ...</li> <li>... n.º ...</li> <li>... n.º ...</li> </ul> <p>11º</p> 	

## Guião de apresentação do trabalho “A Água – Um bem precioso”

### **Grupo 3:** Principais fontes de poluentes da água

#### Principais fontes de poluição das águas:

As principais fontes de poluição dos rios, lagos, ribeiros e toalhas de água (águas superficiais e subterrâneas) são as águas residuais resultantes da indústria, da agricultura e das actividades domésticas.

- Actividades industriais (incluindo as indústrias nucleares, que depositam resíduos nucleares radioactivos no fundo do mar), através de lixeiras e acumulação de resíduos

A poluição das águas subterrâneas, muitas vezes, só aparece depois de a indústria ou outra actividade por ela responsável ter cessado a sua laboração há muitos anos, porque produtos químicos armazenados ou derramados no solo podem demorar anos a atingir um aquífero. Este o problema pode ser causado por lixeiras localizadas em aterros não impermeabilizados, que são também uma grande fonte de poluição.

- Actividade agrícola, devido à irrigação dos campos (faz com que substâncias como pesticidas ou herbicidas utilizados na agricultura atinjam a água subterrânea), decomposição das plantas e criação de animais; Cerca de metade desses pesticidas e fertilizantes são varridos pela chuva e lançados nos rios, sendo depois levados para o mar.
- Actividades domésticas, através da descarga de autoclismos e máquinas de lavar, etc...

Outras fontes de poluição são:

- Zonas urbanas, relacionadas com o escoamento urbano de resíduos que não são tratadas sendo lançados directamente para os rios, e através destes chegam ao mar. (a poluição das zonas urbanas esta muito relacionada com as actividades domésticas);
- Esgotos fluviais;
- Lixeiras localizadas em aterros;
- Petroleiros;
- Lavagens clandestinas, ou seja, não autorizada, de barcos no alto mar, que largam combustível;
- Estações de abastecimento de gasolina;
- Mineração e extracção de petróleo e metais, que contaminam a superfície e posteriormente as águas subterrâneas.

#### **Aveiro:**

Em Aveiro as principais fontes de poluição da água são a indústria, o comércio, os serviços, a agricultura e as actividades domésticas.

#### Principais consequências da contaminação dos recursos hídricos:

- Tornam a água imprópria para abastecimento público



- Desenvolvimento de microrganismos patogénicos: estes organismos não são, em regra, perigosos para os indivíduos que banham nas praias, por exemplo, mas sim para quem se alimenta de seres vivos criados nesses meios. Por exemplo: os peixes envenenados com mercúrio, ao serem consumidos pelo homem, podem causar sérios danos ao sistema nervoso;
- Propagação de doenças causadas por vermes, bactérias e vírus. Por exemplo: as águas residuais não tratadas podem causar doenças como a febre tifóide, cólera, hepatites...;
- Intoxicação e morte de seres vivos dos ecossistemas marinhos e litorais. Essa morte pode ser causada por exemplo pela falta de oxigénio nos rios e lagos devido à biodegradação excessiva de lixo orgânico;
- Alteração da relação entre produtores e consumidores;
- Contaminação do ciclo da água através de óxidos de nitrogénio e dióxido de enxofre produzidos pela indústria e pelos motores dos carros, que leva à formação de chuvas ácidas;
- Formação de marés negras, quando ocorre o derrame dos petroleiros. A contaminação do meio ambiente por produtos petrolíferos tem como efeito a diminuição da fotossíntese, que torna difícil a oxigenação das águas devido à camada de hidrocarbonetos provocando a intoxicação de muitos animais.

#### **Aveiro:**

Em Aveiro, as consequências da poluição dos recursos hídricos na saúde humana são:

- Gastro - enterites;
- Diminuição da taxa de fixação do oxigénio;
- Alterações do sistema nervoso central;
- Alteração das reacções enzimáticas naturais;
- Anomalias bioquímicas.

As consequências para o meio ambiente são:

- Desoxigenação da água;
- Variações de salinidade e de temperatura;
- Turvação;
- Alteração/destruição da fauna e da flora;
- Eutrofização, fenómeno associado ao desenvolvimento desequilibrado de microrganismos e plantas aquáticas, que é originada pela não recolha do moliço.

#### **Países que apresentam excesso de água poderão vir a ter problemas de falta de água?**

Tudo depende da gestão que cada país faz dos seus recursos.

Como já vimos em trabalho anteriores sobre a distribuição da água no planeta, os países desenvolvidos localizam-se em locais com grande disponibilidade de água; Não é por acaso, que as zonas marítimas mais poluídas a nível mundial se localizam nas imediações dos países mais industrializados. Isto acontece, não só, pela descarga de esgotos fluviais e industriais mas também pelo elevado tráfego marítimo que se faz sentir nos seus portos. Os países que neste momento apresentam excesso de água, poderão vir a ter problemas de falta de água consoante a gestão que cada um faça. A gestão da água passa pela racionalização dos consumos, contenção dos desperdícios e mobilização de recursos disponíveis.

Trabalho realizado por:

..., nº...

..., nº ...                      11º...

..., nº...







## Chuvas Ácidas

“O Ambientalista”

### O que devem fazer as instituições governamentais para minorar o problema das chuvas ácidas?



- Implementação e/ou criação da legislação pertinente;
- Investimento em eficiência energética, bem como em fontes alternativas mais limpas de geração de energia.



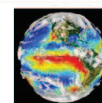
E.U.A.: EMISSÕES DE SO<sub>2</sub> E NO<sub>x</sub> PELAS FONTES



• Devido à industrialização e à grande concentração urbana, a acidez das chuvas atinge valores preocupantes na Europa Central, na zona leste dos EUA e no sudeste Asiático. Na imagem seguinte podemos observar o impacto das chuvas ácidas na Europa:



### Já haverá alguma legislação sobre esta problemática?



 **SIM**

### Será que já existem países onde é aplicada esta legislação?



• Todos os países que aderiram ao Protocolo de Quioto, Alemanha, Austrália, Áustria, Bielorrússia, Bélgica, Bulgária, Canadá, Comunidade Europeia, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Estónia, Federação Russa, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polónia, Portugal, comprometeram-se a cumprir certas referências sobre a libertação de gases para a atmosfera.

• Em geral, os países que não aderiram ao Protocolo de Quioto, têm implementado alguns valores limite à libertação de gases pelas indústrias.

### Quais as implicações sócio-económicas dessa Legislação?

#### Impacto da aplicação do protocolo nos EUA

- **Energia:**
  - Subida substancial dos preços, apesar da diminuição da procura global;
  - Aumento da procura de gás natural poderá conduzir à duplicação dos preços.
- **Actividade económica:**
  - Aumento dos preços, em especial nos produtos com maiores custos energéticos;
  - Perda de competitividade em relação aos produtos de Estados não abrangidos pelas limitações de emissões;
  - Decréscimo da actividade económica e impacto negativo do PIB;
  - Perda de 1 a 5 milhões de postos de trabalho.

### O que pode a população em geral fazer para minimizar os efeitos da chuva ácida?







- Conservar energia;
- Transporte colectivo;
- Utilização do metro;
- Utilizar fontes de energia menos poluentes;
- Purificação dos escapes dos veículos;
- Utilizar combustíveis com baixo teor de enxofre;

- Desligar lâmpadas, computadores e outros aparelhos, quando não estiverem a ser utilizados;
- Utilização de aparelhos que apresentem melhor eficiência energética como, arcos, aquecedores, máquinas de lavar, ar condicionado, etc.
- Caminhar ou utilizar a bicicleta, quando possível;
- Aquisição de veículos que emitam menores quantidades de NO e mantê-los sempre bem regulados;
- Manterem-se sempre bem informados, procurando também, divulgar entre pessoas próximas a importância de cuidados com a poluição, inclusive de cigarros.

### Como é possível conciliar o desenvolvimento tecnológico com a qualidade ambiental, com um mínimo de prejuízo para os seres vivos?



<p>✦ O papel do desenvolvimento tecnológico é importante para a evolução e qualidade de vida, mas não é menos importante o empenho e a capacidade para implementar estratégias de redução ou eliminação de resíduos na fonte geradora, com o desenvolvimento de novos processos limpos, que conduzam a um desperdício mínimo de recursos materiais e energéticos e promovendo um desenvolvimento promissor e sustentado.</p> 	<p>✦ Mais do que desenvolver uma atitude cívica é necessário evitar a utilização da tecnologia de modo negligente. Isto implica uma mudança de atitude e comportamento a todos os níveis.</p> <p>✦ E neste aspecto a tecnologia deixa de ser considerada a principal responsável pelos maiores danos ambientais e passa a ser veículo para a solução de alguns problemas, sendo portanto também usada para preservar, proteger e reduzir descargas líquidas, sólidas e gasosas de poluentes para domínio público.</p> 	<p><b>Se não fizermos nada para alterar esta situação, vamos acabar assim...</b></p>  
<p>Trabalho elaborado pelas alunas:</p> <p>.... n° ....</p> <p>.... n° ....</p> <p>.... n° ....</p> <p>.... n° ....</p> 